

lipiec 1995

4 zł 20 gr  
42.000,- zł

7

# ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

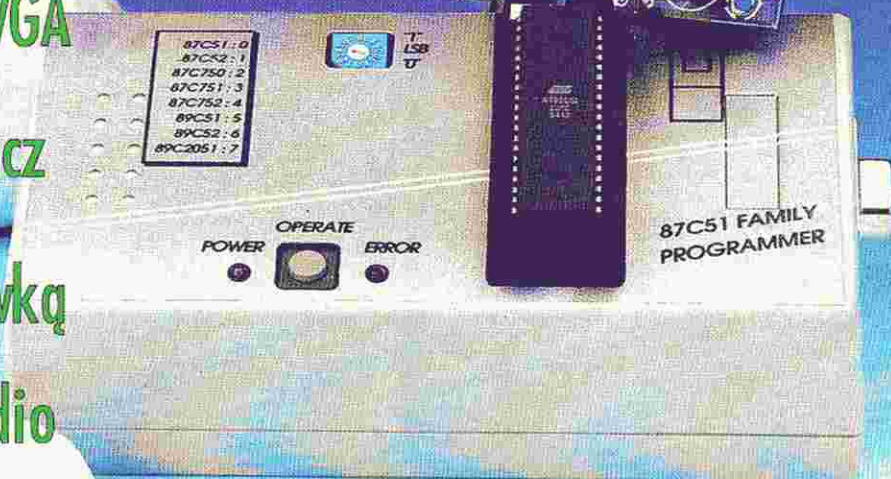
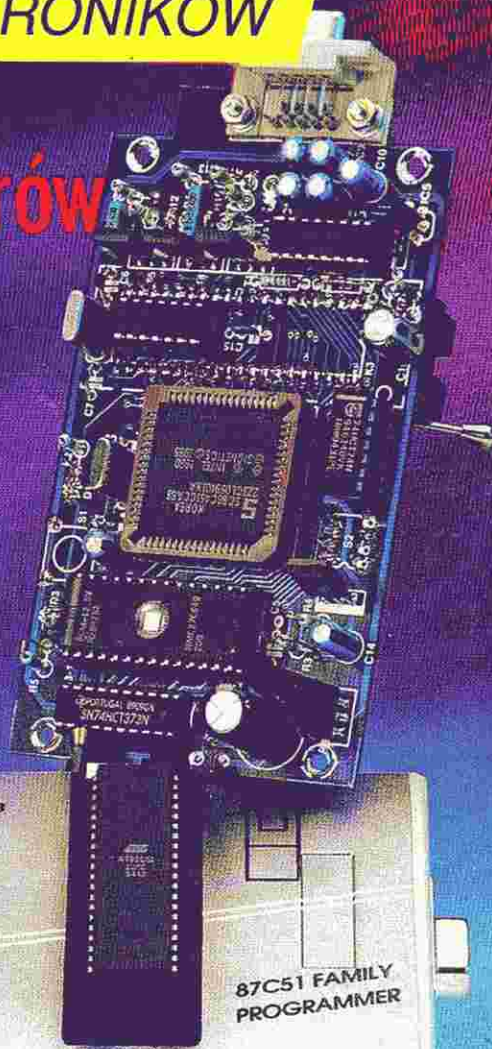
Programator kontrolerów  
87/89C51 serii Flash

Wzmacniacz  
dystrybucyjny VGA

Przedwzmacniacz  
do gramofonu  
z ruchomą cewką

Scrambler audio

Aplikacje:  
MAX 471/472 -  
wzmacniacze sterowane prądowo



INDEKS 323314  
ISSN 1230-9362

ELEKTRONIK  
ELEKTOR

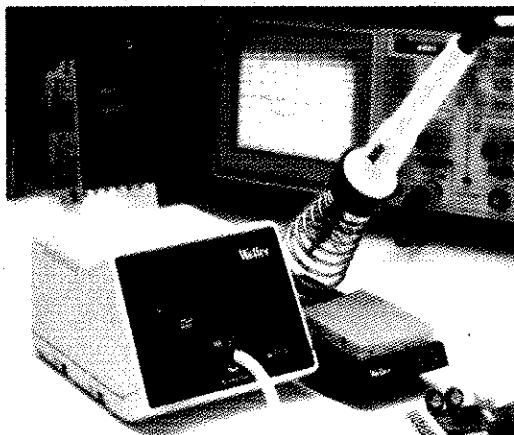
# Weller®

# AVT OFERUJE

## STACJE LUTOWNICZE

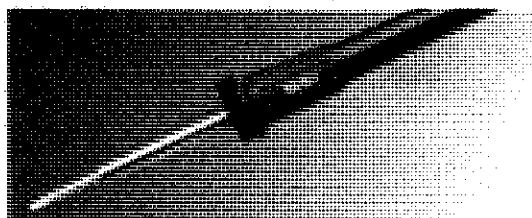


**WECP-20** ..... 621,3zł  
Lutownica 50W, transformator 24V, regulacja temperatury do 450°C, podstawka.

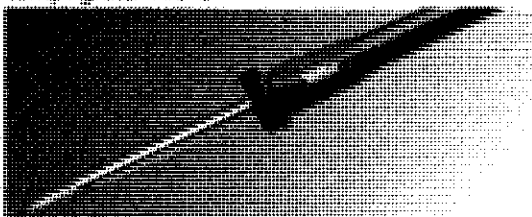


**WTCP-S** ..... 463,2zł  
Lutownica TCP-S, transformator 24V, podstawka KH-2.

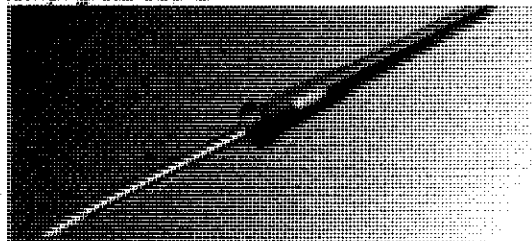
## LUTOWNICE



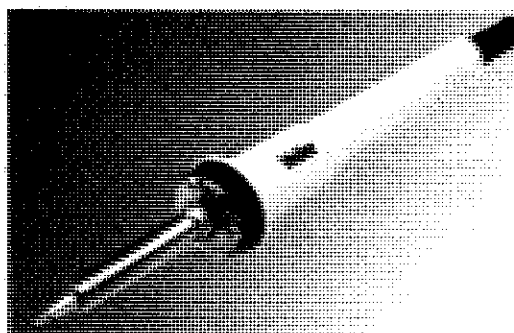
**SPI-27C 230V** ..... 92,51zł  
Subminiaturowa lutownica o mocy 25W, temp. grotu 410°C



**SPI-16C 230V** ..... 100,32zł  
Subminiaturowa lutownica o mocy 15W temp. grotu 360°C

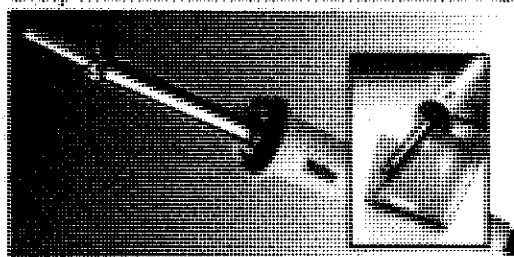


**SPI-15 24V** ..... 90,89zł



**W-61** ..... 218,6zł  
Lutownica 230V, 50W z automatyczną kontrolą temperatury grotu, grot long-life.

Groty ..... 1zł



**TCP-S** ..... 185zł  
Lutownica 24V, 50W kabel 3 żyły(silikon), grot long-life

Groty ..... 15,6zł

Groty proste/zgięte do serii SPI.....14,95zł

**PODANE CENY NIE ZAWIERAJĄ VAT-u (22%).**

Sprzedaż wysyłkowa oraz w sklepach firmowych AVT

## OKŁADKA

Inwazja mikrokontrolerów w świecie sterowania trwa. Spotyka się je coraz częściej także w konstrukcjach amatorskich. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest wzrastający popyt na niedrogie systemy uruchomieniowe i programujące dla aplikacji wykorzystujących mikrokontrolery.

Prezentujący się dumnie na okładce programator obsługuje nie tylko kontrolery z rodziny MCS-51 Intela, ale także inne układy z zaimplementowaną pamięcią typu Flash (Philips, Atmel).

**Elektor Elektronik** jest miesięcznikiem wydawanym przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. 01-939 Warszawa ul. Burleska 9 tel/fax 35-67-67 na licencji wydawnictwa Elektuur B.V.

Red. nac. polskiej edycji: Piotr Śmietanowski  
Korekta merytoryczna: Andrzej Zauszkiewicz  
Tłumaczenia: Stanisław Bazylak  
Krzysztof Kałużyński  
Krzysztof Pochwański

## Copyright

© Uitgeversmaatschappij Elektuur B.V.  
c/o. Intern. Adv. Dept.  
P.O. BOX 75  
6190 AB BEEK (L)  
The NETHERLANDS  
tel: +314 638 94 44  
FAX: +314 637 01 61

Druk:  
HELDRIK  
82-200 Malbork  
ul. Partyzantów 3b

## KOMPUTERY

- 5 Programator kontrolerów 87/89C51 serii Flash
- 27 Wzmacniacz dystrybucyjny VGA

## AUDIO - HI-FI - VIDEO

- 13 Przedwzmacniacz do gramofonu z ruchomą cewką
- 23 Przedwzmacniacz do gramofonu z ruchomym magnesem

## RTV I ŁĄCZNOŚĆ

- 17 Scrambler audio
- 40 Świat radio - TV - amatorów
- 48 Guglielmo Marconi - ojciec radia

## ZASILANIE

- 31 Przetwornica DC - DC
- 51 Ogranicznik strat mocy w zasilaczach stabilizowanych

## APLIKACJE

- 37 MAX 471/472 wzmacniacze sterowane prądowo

## 101 UKŁADÓW

- 55 Prosta karta we/wy
- 57 Bateria podtrzymywanie RAM
- 57 Większa żywotność baterii 9V
- 58 Oscylator kwarcowy małej mocy
- 58 Uruchamianie i testowanie systemów mikrosterownikowych
- 59 Programowalny dzielnik częstotliwości
- 60 Adapter MIDI do kart dźwiękowych
- 61 Sygnalizator pracy wentylatora CPU

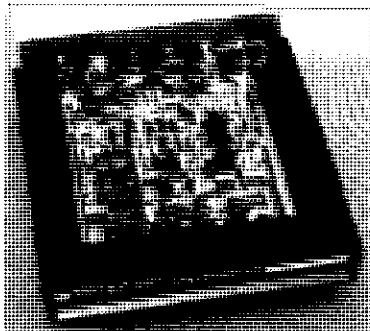
# ELEKTRONIK ELEKTOR

Numer 7 (22)

Lipiec 1995



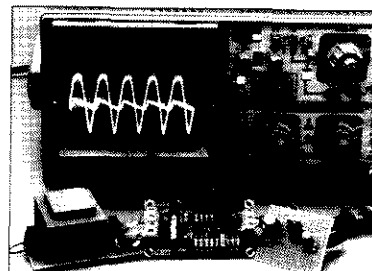
**Przedwzmacniacz do gramofonu z ruchomą cewką**  
str. 13



**Scrambler audio**  
str. 17



**Świat radio - TV - amatorów**  
str. 40



**Ogranicznik strat mocy w zasilaczach stabilizowanych**  
str. 51



## Ankieta "SPRZĘŻENIE ZWROTNE"

Jestem zainteresowany nabyciem płytek (A) lub kitów (B) wg następujących artykułów (Elektor Elektronik 7/95):

**UWAGA!** Wyniki tej ankiety służą do ustalenia asortymentu i wielkości oferty handlowej płytek oraz kitów.

### Artykuły podstawowe

	A	B
1. Programator kontrolerów 87/89C51 serii Flash	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Wzmacniacz dystrybucyjny VGA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Przedwzmacniacz do gramofonu z ruchomą cewką	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Przedwzmacniacz do gramofonu z ruchomym magnesem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Scrambler audio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Przetwornica DC - DC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ogranicznik strat mocy w zasilaczach stabilizowanych	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uwaga. Ankieta służy celom informacyjnym, nie jest zaś traktowana jako zamówienie.

Imię i nazwisko

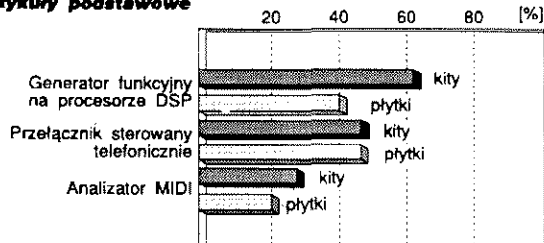
### 101 układów

	A	B
1. Prosta karta we/wy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Bateria podtrzymywanie RAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Większa żywotność baterii 9V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Oscylator kwarcowy małej mocy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Uruchamianie i testowanie systemów mikrosterownikowych	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Programowalny dzielnik częstotliwości	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Adapter MIDI do kart dźwiękowych	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Sygnalizator pracy wentylatora CPU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

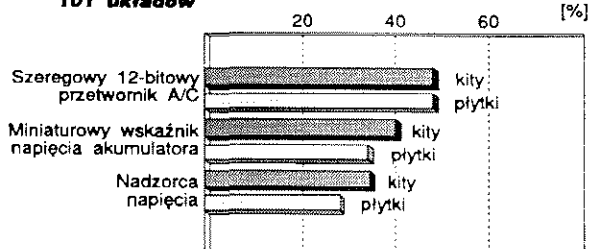
Przedstawiamy wyniki ankiety "Sprzężenie zwrotne" z numeru 5/95 Elektora. Artykuły z grupy zwanej umownie "podstawową" i grupy "101 układów", które cieszyły się wyraźnie większym zainteresowa-

niem Czytelników, wymienione zostały na wykresach. Pozostałe artykuły, które nie zostały na nich uwidocznione, uzyskały nieco mniejszą ilość głosów.

Artykuły podstawowe



101 układów

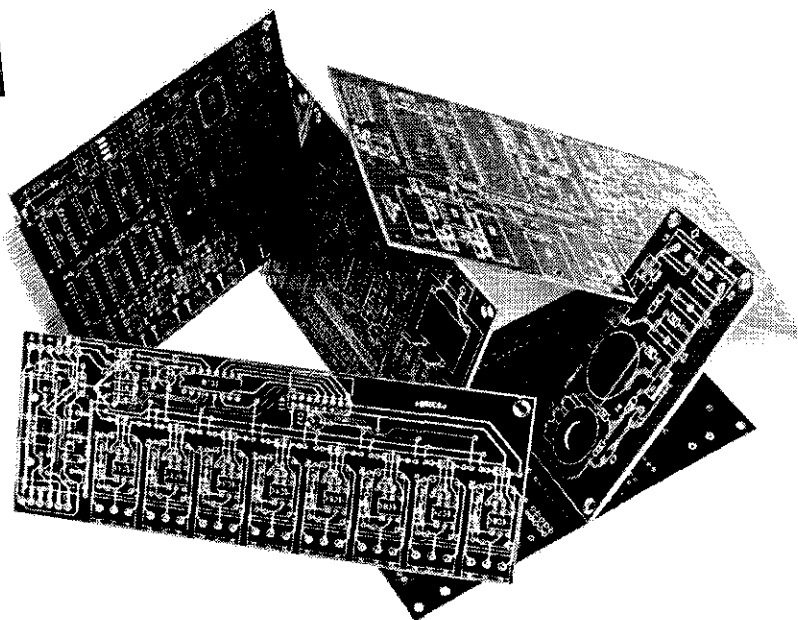


## Hity ELEKTRONIKA ELEKTORA

**AVT oferuje płytki do najciekawszych projektów opublikowanych w Elektorze - Elektroniku.**

Płytki, których symbol jest poprzedzony literą "P", wykonano w Polsce na licencji Elektuur B. V. z zachowaniem standardów jakościowych i technologicznych odpowiadających najostrzejszym wymaganiom oryginalnych norm holenderskich.

Pełna oferta płytek znajduje się na stronach 63 i 64.



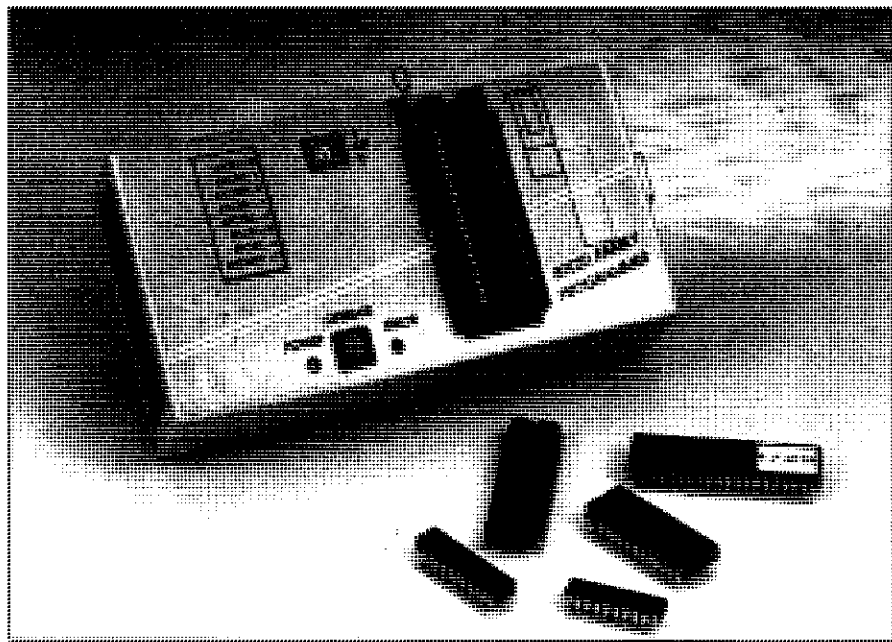
## ELEKTRONIK ELEKTOR

### UWAGA! Elektor - Elektronik zaprasza do KRAMIKA!

**Kramik** - dział drobnych ogłoszeń - zaprasza elektroników (tylko osoby prywatne) do bezpłatnego ogłaszania się w Elektorze. Treść ogłoszenia może być dowolna, jednak musi być związana tematycznie z elektroniką. Ogłoszenia zawierające nie więcej niż 160 znaków będą przyjmowane wyłącznie na kuponach wyciętych z ostatniego wydania Elektora (str. 65).

Kupony należy przysłać na adres: Elektor-Elektronik, 00-939 Warszawa 86, skr. poczt. 134

# PROGRAMATOR KONTROLERÓW 87/89C51 SERII FLASH



*Mikrokontrolery są coraz szerzej stosowane do szeroko pojętego sterowania we wszelkich dziedzinach. Pociąga to za sobą stały wzrost zapotrzebowania na urządzenia i systemy programujące. Opisany w tym artykule programator Flash obsługuje mikrosterowniki z wbudowaną pamięcią Flash serii MCS-51™ firmy Intel i innych wytwórców (Philips, Atmel), jak również mikrosterowniki konwencjonalne z wbudowanym EPROMem kasowalnym przy pomocy ultrafioletu.*

K. Walraven

Do opracowania układów aplikacyjnych z mikrosterownikami potrzeba szeregu wyspecjalizowanych narzędzi. Programy pisze się i uruchamia za pomocą odpowiedniego systemu wspomagającego. Ceny potrzebnych do tego programów w ostatnich kilku latach znacznie się obniżyły, umożliwiając niemal każdemu opracowywanie programów aplikacyjnych dla bardzo sprawnych mikrosterowników. Podstawowe narzędzia do opracowywania programów - emulatory EPROMów - są dostępne na rynku i mają stosunkowo umiarkowane ceny. Ostatnią przeszkodą do pokonania jest wprowadzenie testowanego kodu wy-

nikowego do mikrosterownika. Przedstawiony programator Flash jest narzędziem służącym właśnie do tego. Opisany nieduży i łatwy do zmontowania programator umożliwia szybkie i tanie programowanie mikrosterowników 87C51/87C52, 89C51/89C52/89C2051 i 87C750/87C751/87C752. Trzeba tu zwrócić uwagę na fakt, że programator ten nie nadaje się do 85C51 w wersji z literą F na końcu nazwy. Modele te różnią się rozmiarem ROMu (8kB) i liczbą timerów. Jeżeli używa się procesorów z pamięcią Flash, zawartość pamięci wewnętrznej można skasować jednym prostym poleceniem w ciągu tylko 10ms.

## PODSTAWOWE DANE

Programowanie:	Flash i EPROM
Procesory:	87C51/87C52 (typu UV), 89C51/89C52 (typu Flash), 87C750/87C751/87C752 (mini, typu UV), 89C2051 (mini, typu Flash, przez adaptor)
Program:	w EPROMie + dowolny program komunikacyjny
Sprzęg:	RS232
Transmisja:	9600 bodów, 8 bitów danych, bez bitu parzystości, 1 bit stopu
Format pliku:	Intelhex

Standardowe procesory, zawierające EPROM z okienkiem, przed ponownym zaprogramowaniem muszą zostać skasowane przez poddanie działaniu promieniowania ultrafioletowego przez co najmniej 20 minut.

Programator Flash jest narzędziem bardzo uniwersalnym przede wszystkim dzięki temu, że algorytmy programowania są generowane przez mikrosterownik. Oprócz tego, elektroniczne przełączniki umożliwiają doprowadzenie poszczególnych sygnałów do różnych styków podstawki programującej w zależności od typu programowanego procesora. Sercem programatora jest mikrosterownik typu SC80C451CCA68 firmy Signetics (Philips Semiconductors) - układ o 68 wyprowadzeniach typu PLCC, mający nie mniej niż 48 wejść/wyjść.

## Programator

Kompletny schemat elektryczny układu programatora mikrokontrolerów Flash jest pokazany na **rysunku 1**. Układ jest dość złożony, jednak łatwo można zrozumieć jego działanie.

Jak już wspomniano, cała operacja programowania jest sterowana przez IC1 - pracujący z częstotliwością zegarową 14,75MHz układ 85C451. Częstotliwość ta umożliwia porozumiewanie się procesora z komputerem z szybkością 9600 bodów (standar-



6

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1: 2,7kΩ  
R2, R6: 1kΩ  
R3, R10, R11, R15: 3,9kΩ  
R4, R9, R12, R13, R16, R17: 4,7kΩ  
R5: 2,2kΩ  
R7: 2,00kΩ, 1%  
R8: 220Ω

### Kondensatory

C1, C8...C12, C14: 10μF/16V, stojący  
C2, C3: 27pF  
C4, C5, C15: 100nF  
C6, C7: 33pF  
C13: 470p/25V, stojący  
C16: 22μF/16V, stojący  
C17, C18: 2,2nF

### Indukcyjność

L1: 100μH

### Półprzewodniki

D1: czerwona LED ø3mm,  
D2: 1N4001  
D3: zielona LED ø3mm,  
D4, D6: BAT82  
D5: 1N4148  
D7: dioda Zenera 4,7V/400mW  
T1, T2, T4, T5: BD438 lub BD140  
IC1: 80C451CCA68 (PLCC) \*  
IC2: 74HCT373  
IC3: 27C64, kod 946644-1  
IC4: 74HCT74  
IC5: LM317L  
IC6: MAX232  
IC7: 7805  
IC8: 74LS07 lub 7407

### Różne

K1: kątowne gniazdko DB9 do druku  
K2: 40-stykowa podstawka ZIF o szerokich szczelinach \*\*  
S1: przycisk o stykach aktywnych CTL3 (Multimec) \*  
S2: poczwórny przełącznik DIP, lepiej obrotowy  
X1: rezonator kwarcowy 14,7456MHz \*  
X2: rezonator kwarcowy 4,332MHz \* (4...6MHz)  
płytką drukowaną wraz z zaprogramowanym EPROMem, kod 950003-C

\* C-I Electronics, P.O.Box 22089,  
NL-6360-AB, Nuth, Netherlands,  
fax (+31) 45 241877

\*\* Aries Electronics (Europe), Unit 3,  
Furtho Court, Towcester Road, Old  
Stratford, Milton Keynes MK19 6AQ, tel  
(+44) 1908 260007, fax (+44) 1908 260008

dową szybkością transmisji), pozwala także łatwo otrzymać szereg częstotliwości potrzebnych w procesie programowania. Sterownik pobiera instrukcje z EPROMu (IC3) przez zatrask (IC2), rozdzielający multipleksowane informacje adresów i danych. Program komunikuje się z komputerem za pośrednictwem portu RS232, do czego użyto sterownika-sprzęgu MAX232 (IC6). Na pozostałą część układu składa się zasilacz i zespół przełączników elektronicznych, któ-

rych zadaniem jest doprowadzenie właściwych sygnałów do odpowiednich styków podstawki programatora. Do zasilacza doprowadza się około 300mA pod (niestabilizowanym) napięciem około 16V ze zwykłego zasilacza sieciowego. Stabilizator LM317L (IC5) dostarcza do układu napięcie 12,75V. Dla upewnienia się, że stabilizator ten może działać poprawnie, należy sprawdzić, czy napięcie zasilacza sieciowego pod obciążeniem około 50mA wynosi co najmniej 16V. Dioda D2 zabezpiecza układ przed pomyłkowym odwróceniem polaryzacji napięcia zasilającego. W takim przypadku spowoduje ona przepalenie się bezpiecznika w zasilaczu, ale ochroni znacznie kosztowniejszy układ programatora.

Drugi stabilizator (IC7) dostarcza stabilizowanego napięcia 5V, przy którym działają wszystkie zespoły układu z wyjątkiem IC8 i programowanych procesorów (K2). Dostarczane przez IC5 napięcie 12,75V za pośrednictwem przełączników elektronicznych dociera tylko do podstawki programującej.

IC1 może przez tranzystor T2 skierować do podstawki programującej napięcie zasilające 5V. Napięcie programujące 12,75V dla mikrosterowników 87C5xx jest doprowadzane do końcówki 31 przez tranzystor T5. Procesor 89C51 otrzymuje napięcie programujące (12V) przez T1. Dioda D5 służy do obniżenia napięcia 12,75V o 0,7V. Do programowania 87C750/51/52 służy T4, doprowadzający napięcie 12,75V do końcówki 6 tych procesorów. Kondensatory o niewielkiej pojemności (2,2nF) C17 i C18 służą do wydłużenia czasu narastania napięcia po włączeniu zasilania układu. W obwodzie zasilania znajduje się także kondensator spowalniający (C15), ale jest on dodatkowo zbocznikowany rezystorem R5, który rozładowuje ten kondensator do zera po wyłączeniu zasilania. Dioda D3 świeci gdy napięcie dochodzi do podstawki programującej. Nie wolno więc wyjmować z niej ani wkładać procesora w czasie, gdy dioda ta świeci! Wszelkie manipulacje programowanymi układami w podstawce są dozwolone wyłącznie wtedy, gdy D3 nie świeci.

Wszystkie wymienione napięcia są przełączane przez tranzystory pnp typu BD438, którymi sterują inwertery TTL z otwartym kolektorem wyjściowym (IC8), bowiem zwykle bramki TTL nie mogą być używane do przełącza-

nia napięcia 12V. W prototypie użyto 74LS07, ale w razie trudności w jego nabyciu można posłużyć się zwykłym układem TTL - 7407.

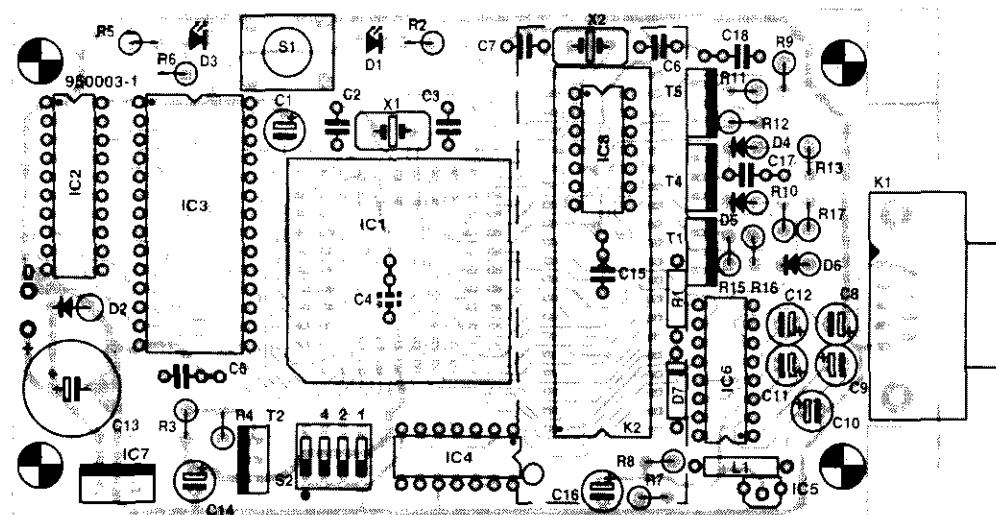
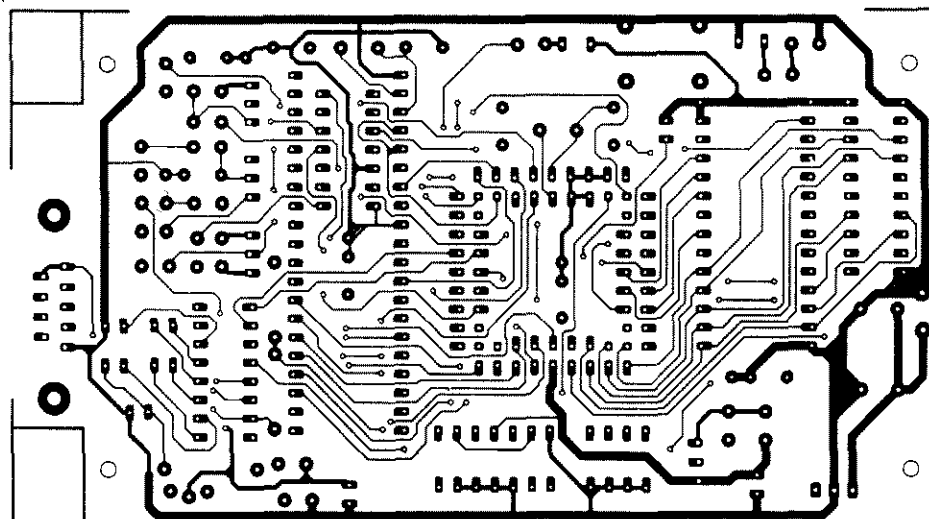
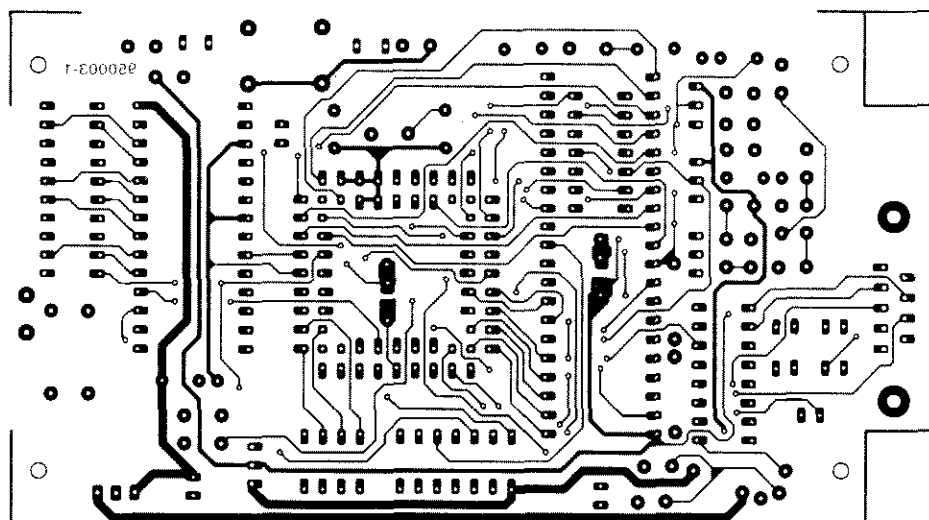
Końcówki 6 i 31 podstawki programującej są czasem używane do przesyłania danych, mogą zatem być przełączane do masy przez inwertery IC8e i IC8f. Są one podciągane rezystorami R13 i R17 do poziomu Vcc. Diody D4 i D6 uniemożliwiają przytrzymanie napięcia programującego na poziomie Vcc. R1 i D7 zostały dodane celem umożliwienia odczytu poziomu z końcówki 31. D7 zapobiega przedostaniu się napięcia 12V na wejście IC1.

## Jak działa programator

Po włączeniu napięcia zasilającego na wszystkich wyprowadzeniach IC1 panują poziomy nieokreślone. Wyjścia przechodzą w stan wysoki dopiero po zakończeniu wewnętrznie sterowanej sekwencji zerowania. Sekwencja ta zostaje zapoczątkowana pojawieniem się napięcia na kondensatorze C1. Ze względu na zmieniające się w czasie sekwencji zerowania poziomy na wyjściach trzeba przedsięwziąć szereg środków ostrożności. Kluczową rolę w tej operacji odgrywa IC8. Jeżeli poszczególne wejścia IC8 znajdują się w stanie niskim, wywołują zwarcie napięcia programującego do masy. Ryzyko to eliminuje się przez wyłączenie IC8 do czasu zakończenia procedury zerowania i przez ograniczenie prądu (LM317 z literą L ogranicza prąd do około 150mA). Opóźnienie działania IC8 uzyskuje się dzięki jego zasilaniu z +Vcc. Napięcie to nie pojawi się, dopóki nie rozpocznie się cykl programowania. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest fakt, że gdy w trakcie wykonywania programu zdarzy się błąd, to oba napięcia - programujące i zasilające - zostaną odłączone od podstawki ZIF.

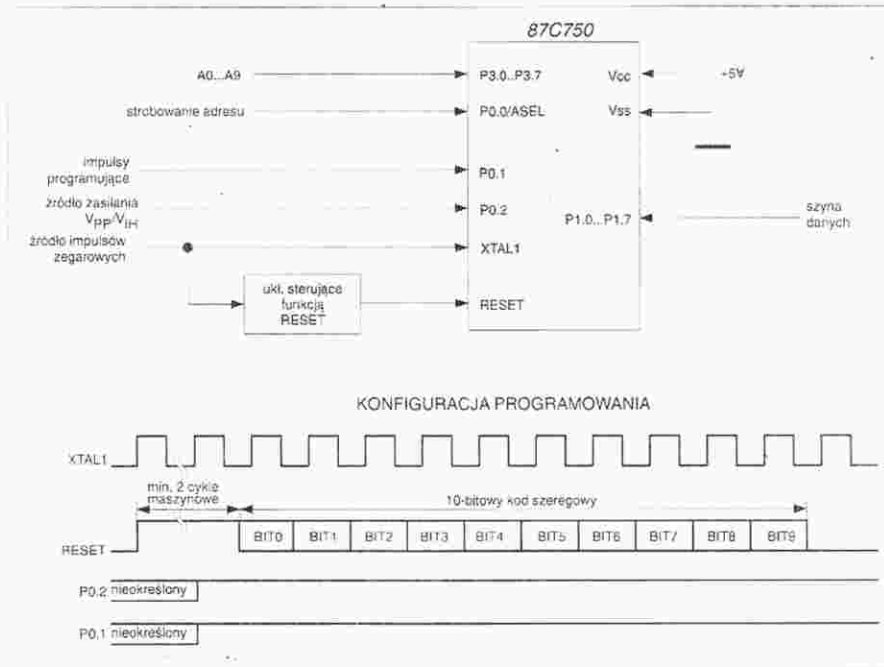
Funkcje poszczególnych wyprowadzeń podstawki ZIF są różne dla każdej podrodziny procesorów. Na szczęście oprogramowanie programatora może zająć się konfiguracją niemal w całości, jednakże wstępnego wyboru trzeba dokonać samemu przy pomocy przełącznika DIP (S2). Jego ustawienia są podane w opisie folii płyty czołowej programatora.

Do działania procesorów 87C51, 87C52, 89C51 i 89C52 w czasie programowania jest potrzebny zewnętrzny oscylator kwarcowy. Z podstawką ZIF jest więc bezpośrednio połączony rezo-



Rys. 2. Mozaiki ścieżek dwustronnej płytki drukowanej programatora Flash i rozmieszczenie elementów.





Rys. 3. Przebiegi czasowe sekwencji przygotowawczej programowania układów rodziny 75x. Sekwencja ta dla układów '51 i '52 nie jest potrzebna.

nator kwarcowy X2. 89C2051 w czasie programowania nie wymaga zewnętrznego sygnału zegarowego, jedynie z rzadka impulsu na końcówce X1. Procesory typu 87C750/751/752 otrzymują sygnał zegarowy za pośrednictwem przerzutnika IC4a. Jest to niezbędne, ponieważ procesor ten ma niewiele końcówek i musi być konfigurowany 10-bitowym kodem szeregowym przez wejście kasujące. Wybrano częstotliwość 1,25MHz (1/12 częstotliwości zegarowej tego układu), która jest zbyt niska dla procesorów 87C51, 87C52, 89C51 i 89C52. Niektóre komputery są zbyt powolne do obsługi ciągłego przepływu danych z szybkością 9600 bodów, więc w sprzęgu szeregowym stosuje się dwa sygnały uzgodnienia - RTS i CTS.

Struktura interfejsu użytkownika jest zwarta i prosta. LED D1 świeci, gdy jest naciśnięty przycisk S1. Procesor sprawdza, czy przycisk S1 naciśnięty poprzez odłączanie LED, jednak na tak krótki moment, że jest to niezauważalne. LED służy także do przekazywania użytkownikowi kodów błędów: z liczby błysków można wywnioskować powód nieprawidłowej pracy.

## Montaż

Dzięki zastosowaniu płytki drukowanej o zwartej zabudowie montaż nie powinien wywołać żadnych trudności. Mozaika ścieżek dwustronnej płytki z metalizowanymi przelotkami oraz

rozkład elementów są przedstawione na **rysunku 2**.

Podstawka ZIF (ang. Zero Insertion Force - z zerową siłą wstawiania) jest przytwierdzona do płytki od strony lutowania i powinna wystawać ponad pokrywę obudowy. Lepiej wobec tego płytkę przymocować do pokrywy. W prototypie podstawka ZIF została wstawiona do zwykłej podstawki 40-stykowej, która została przylutowana do płytki. Zdecydowano się na takie rozwiązanie z obawy o uszkodzenie kosztownej podstawki ZIF w czasie montażu. Należy postarać się nabyć podstawkę ZIF o szerokich szczelinach, aby można w niej było umieścić także układy tzw. "skinny-DIP".

Od strony lutowania należy także wmontować D1, D3, S1, S2 i C4. Elementy te i podstawkę ZIF należy wmontować na końcu. W przeciwnym wypadku nie będzie możliwe wmontowanie np. IC8.

## Uruchamianie

Po zakończeniu lutowania można przystąpić do testowania programatora. Układów scalonych nie należy jeszcze wstawiać w podstawki, natomiast scalone stabilizatory napięcia powinny zostać wlutowane. Po przyłączeniu zasilacza 16V trzeba cyfrowym multimetrem sprawdzić napięcia stabilizowane 12,75V i 5V. Dopuszczalna jest tolerancja  $\pm 5\%$ . Teraz można wyłączyć zasilacz i umieścić w podstawkach

układy scalone. Trzeba tylko pamiętać o właściwej ich orientacji! Po ponownym włączeniu zasilania nic nie powinno się zdarzyć, diody LED nie powinny świecić. Jeżeli S2 jest ustawiony na 0, naciśnięcie S1 powinno wywołać chwilowe zaświecenie D3 (POWER), zaś D1 (ERROR) powinna świecić tak długo, jak długo S1 jest wciśnięty.

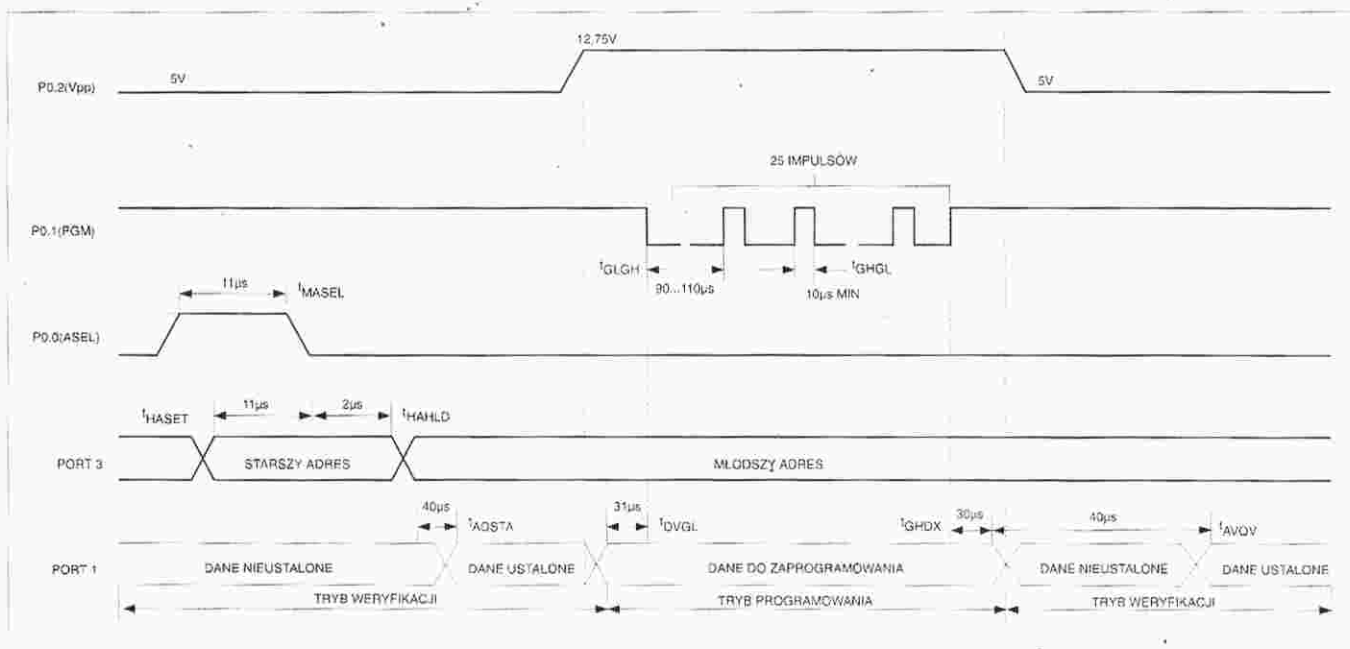
Należy teraz połączyć programator z komputerem kablem RS232 i uruchomić program komunikacyjny, w którym parametry transmisji są ustawione na 9600, N, 8, 1 i obserwować zachowanie się wyjścia programatora na monitorze. Trzeba zwrócić uwagę na uzgadnianie (handshaking). Jeżeli nie będzie uzgodnienia, programator niczego nie prześle. Za każdym naciśnięciem S1 do PC zostają wysłane dane. Na dane te składają się pusty plik Intelhex, ID (trzykrotne FF, jeżeli w podstawce ZIF nie ma procesora) i liczba odczytana z przełącznika DIP (00). Należy sprawdzić wszystkie pozycje S2 ustawiając liczbę, naciskając S1 i odczytując ostatni bajt na monitorze PC. Poprawne są tylko liczby od 0 do 7. Wyższych liczb nie używa się i nie powinny być ustawiane przełącznikiem S2. Ustawienie S2 jest bardzo ważne, wyznacza bowiem protokół, za pomocą którego będzie programowany procesor.

Jeżeli wszystko zostało pomyślnie sprawdzone, należy przełączyć S2 na pozycję wymaganą dla procesora który ma być programowany, przycisnąć S1 i wstawić procesor w podstawkę ZIF. Wolno to uczynić tylko wtedy, gdy obie LED nie świecą.

## Programowanie

Fakt, że wszystkie wymienione procesory wymagają w przybliżeniu tych samych procedur programujących, przyczynił się do znacznego uproszczenia programatora. Główne różnice polegają na tym, że:

- \* układy 87xx są programowane napięciem 12,75V i otrzymują 25 impulsów po 100µs,
- \* układy 89xx są programowane napięciem 12V i otrzymują jeden impuls o długości 1...110µs,
- \* układy xx51 i xx52 otrzymują dane, tryb i adres bezpośrednio, ponieważ mają wystarczającą liczbę końcówek,
- \* układy 87C75x słowo trybu otrzymują szeregowo poprzez końcówki Reset i Clock. Adres jest multipleksowany, zaś dane przekazywane bezpośrednio.



**Rys. 4. Aktualny algorytm programowania układów UV (z okienkiem dla EPROMu) i Flash. Dla układów Flash potrzeba tylko jednego impulsu programującego zamiast 25.**

\* 89C2051 otrzymuje tryb i dane bezpośrednio poprzez odpowiednie końcówki. Adres jest dostarczany przez licznik wewnętrzny, który jest przerzucany o 1 przez każdy impuls zegarowy.

Podanie kompletnego opisu algorytmów programujących przekracza niestety zakres niniejszego artykułu. Zainteresowanych Czytelników trzeba skierować do danych katalogowych publikowanych przez firmę Intel.

Jako przykład zostały wzięte procesory

serii 87C75x. Po włączeniu zasilania wejście kasowania RST jest utrzymywane na poziomie wysokim przez co najmniej dwa cykle maszynowe. Następnie P0.1 i P0.2 zostają wprowadzone w stan wysoki. Zostaje odczytany 10-bitowy kod (zaczynając od bitu 0), wprowadzający procesor w poprawny tryb. Kod ten wynosi "296<sub>10</sub>" tak dla trybu programowania, jak i weryfikacji. Dane są odczytywane z wejścia kasowania RST, gdy sygnał zegarowy jest w stanie wysokim. Zmiana poziomu jest dozwolona jedynie wtedy, gdy sygnał zegarowy jest w stanie niskim. Następnie wejście kasowania przechodzi w stan niski i tak pozostaje przez całą sekwencję programowania. Szczegóły tej sekwencji są przedstawione na **rysunku 3**. Następujący proces programowania jest bardzo rozbudowany i w gruncie rzeczy identyczny jak dla 87(9)C52, jak pokazano na **rysunku 4**.

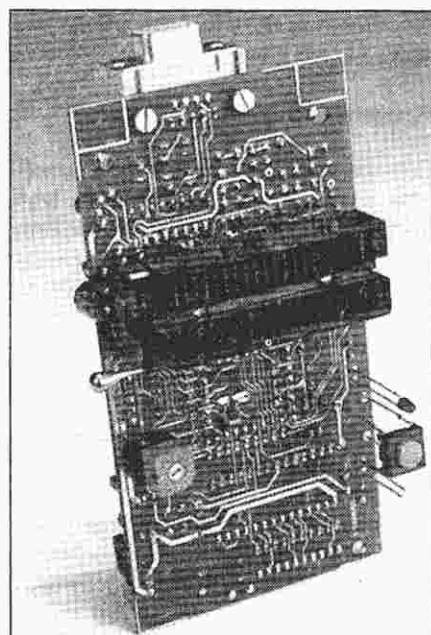
## Działanie

Obsługa programatora jest niezwykle prosta, głównie dlatego, że ma on tylko dwie LED i jeden przycisk. Po włączeniu zasilania obie LED nie świecą, a do podstawki programującej nie dochodzi napięcie. Przełącznik S2 trzeba ustawić w pozycji wymaganej dla procesora, który ma być programowany. Jeżeli się tego nie dokona, wysokie napięcie programujące zostanie skierowane do niewłaściwych wyprowadzeń, a mały procesor może być od-

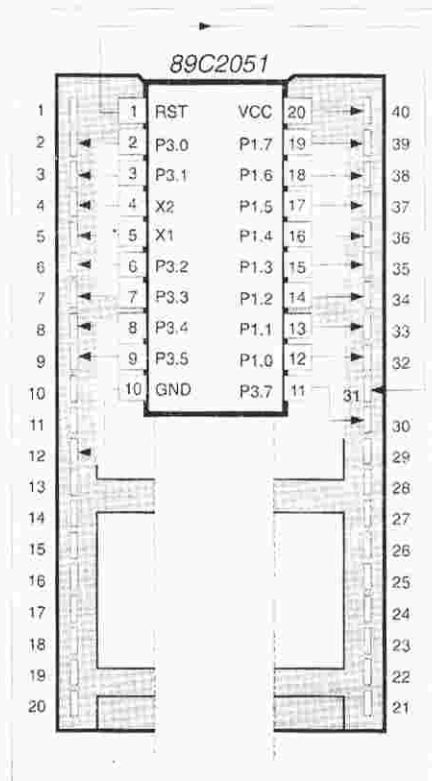
czytywany kilkakrotnie.

**Uwaga: wyprowadzenie 1 jest zawsze w tej samej pozycji!**

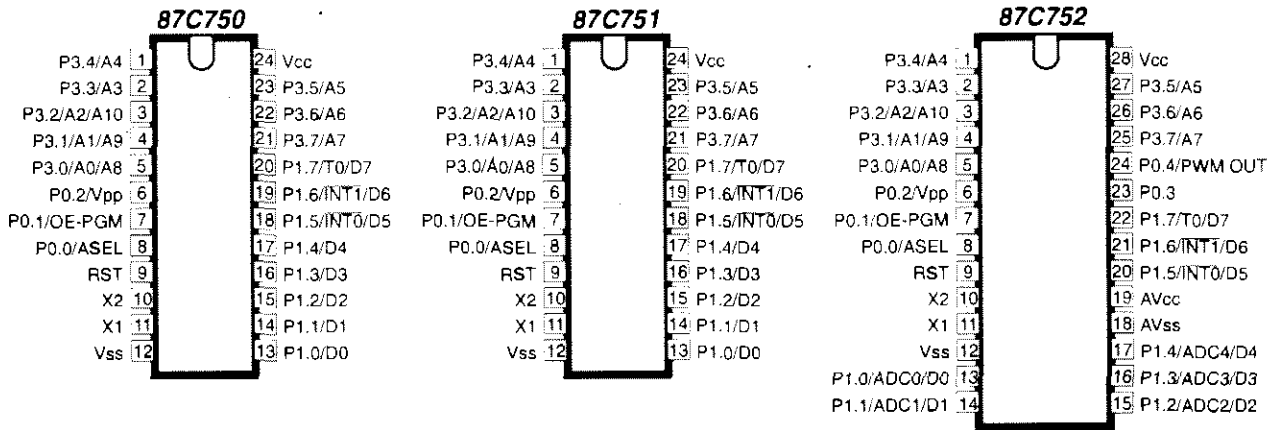
LED D3 sygnalizuje obecność napięcia zasilającego w podstawce ZIF, a pulsowanie D1 sygnalizuje błąd. Liczba błysków pomiędzy dłuższymi pauzami oznacza rodzaj błędu:



**Rys. 5. Widok płytki od strony lutowań. Z tej strony jest umieszczona m.in. 40-stykowa podstawka ZIF.**



**Rys. 6. Do programowania układów 89C2051 jest potrzebna taka właśnie podstawka adaptująca (reduktor).**



Rys. 7. Opis wyprowadzeń mniej znanych mikrokontrolerów: 87C750, -751 i -752.

- 1 pamięć nieskasowana
- 2 błąd programu/weryfikacji
- 3 nie daje się skasować
- 4 błąd czasu
- 5 zatrzymanie przez użytkownika
- 6 błąd sumy kontrolnej
- 7 półbajt danych nie zawiera się pomiędzy 0 a F
- 8 przepełnienie bufora

Błąd czasu oznacza, że procesor nie otrzymał żadnych danych w ciągu ponad 1 sekundy. Błędy 6 i 7 oznaczają zniekształcenie pliku Intelhex. Komunikat błędu przepełnienia jest generowany, gdy ilość danych w jednym wierszu przekroczy 16 bajtów.

Można zatem teraz wykonać sprawdzanie czystości pamięci (blank check) albo od razu rozpocząć programowanie. Należałoby jednak zalecić wykonywanie zawsze sprawdzania czystości.

### Sprawdzanie czystości

Trzeba nacisnąć przycisk. Sprawdzanie czystości zostaje uruchomione i D3 zaczyna świecić. Jeżeli procesor

jest pusty, LED zgaśnie i układ powróci do stanu oczekiwania. Przez złącze RS232 zostaje przesłany plik Intelhex (:000000001FF), następnie zaś po nim ID (ale nie przy układach 75xx) oraz kod ustawienia przełącznika S2.

Jeżeli procesor nie jest pusty, wówczas D1 zacznie pulsować, a zawartość procesora zostaje przesłana do PC w sekwencji: plik Intelhex, po nim ID oraz kod ustawienia przełącznika S2. D3 będzie nadal świecić aż do zakończenia przesyłania pliku. Jednakże

D1 nie przestaje pulsować, wystarczy więc czasu do sprawdzenia, jaki błąd został wykryty (w tym wypadku nr 1). Celem wygaszenia D1 trzeba nacisnąć przycisk jeszcze raz. Stan oczekiwania charakteryzuje się tym, że nie świecą obie LED.

Jeżeli chce się przerwać sprawdzanie puste, to należy nacisnąć przycisk w czasie gdy D3 jeszcze świeci. Sprawdzanie puste zostanie wtedy przerwane, a D1 zasygnalizuje kod błędu 5. Ponowne naciśnięcie przycisku skasuje kod błędu.

### Procesory Flash

Procesor Flash łączy zalety pamięci EPROM i pamięci Flash. Gdy dane zostały już zarejestrowane w pamięci Flash, pozostaną w niej przez lata, nawet po odłączeniu napięcia. Skasowanie pamięci jest możliwe bez fizycznego wyjmowania chipu z układu. Ten rodzaj procesora może być programowany za pomocą napięcia programującego 5V albo 12V. W obu przypadkach stosowany jest ten sam procesor i zaledwie jeden bit określa poziom napięcia programującego! Użytkownik nie może jednak zmienić tego bitu...

Napięcie programujące jest zawarte w nazwie procesora. AT 89C51xxxx jest wersją 12V, zaś AT 89C51xxxx-5 jest wersją 5V. Trzeba podkreślić, że opisany w tym artykule programator obsługuje jedynie wersje procesorów programowane napięciem 12V.

Pamięć Flash można skasować tylko w całości, nie można więc skasować ani fragmentu pamięci, ani pojedynczego bajtu. Operacja całkowitego kasowania trwa tylko 10ms i może być powtarzana co najmniej 1000-krotnie.

Długość impulsu programującego wynosi od 1µs do 110µs. Nie znaczy to jednak, że można zwiększyć szybkość programowania zmieniając długość programującego impulsu.

Impuls ten zapoczątkowuje w pamięci Flash proces, który doprowadza do ostatecznej rejestracji danych. Programator za pomocą procesu odpytywania (ang. polling) danych może sprawdzić, czy dane zostały już zapisane. W czasie programowania, dane odczytane z pamięci Flash są zwracane z zaniegowanym w stosunku do poprzedniego ustawienia bitem D7. Gdy dane są już zapisane w pamięci, są zwracane poprawnie. Zapisanie jednego bajta w pamięci Flash zajmuje średnio 1,5ms. Operacja odpytywania nie ma wpływu na długość tego czasu. Nawiasem mówiąc, sygnał gotowości (ready) jest dostępny na końcówce P3.4, tej samej funkcji.

### Struktura bajtów identyfikacyjnych

bajt 1: 1E Atmel  
89 Intel  
15 Philips

bajt 2: 21 oznacza 89C2051 (Atmel)  
51 oznacza 89C51 (Atmel, Intel)  
52 oznacza 89C52 (Atmel, Intel)  
92 oznacza 87C51 (Philips)  
97 oznacza 87C52 (Philips)

bajt 3: FF oznacza wysokie napięcie programowania  
05 oznacza napięcie programowania 5V

## Programowanie

Należy przesłać plik Intelhex z komputera. Wykonuje się to za pomocą dowolnego programu komunikacyjnego (takiego jak na przykład Procomm) albo, po prostu, DOSową komendą COPY. Przesyłane dane są automatycznie umieszczane w pamięci mikrokontrolera, nawet jeżeli procesor nie jest pusty. Dioda D3 świeci. Jeżeli zdarzy się błąd, jest on sygnalizowany przez D1, a sekwencja programowania zostaje zatrzymana na wadliwym bajcie. Operacja programowania może zostać w każdej chwili zatrzymana naciśnięciem przycisku i dioda D1 będzie wówczas sygnalizować odpowiedni błąd (w tym przypadku błąd 5). Ponowne naciśnięcie przycisku skasuje kod błędu.

Jeżeli plik Intelhex zawiera tylko :000000001FF, to nic nie zostanie zaprogramowane. Ten łańcuch znaków służy do wymazywania pamięci Flash, programator bowiem przed programowaniem zawsze kasuje zawartość pamięci Flash.

Program ten nie ma opcji weryfikacji. Weryfikowanie zawartości procesora jest jednak możliwe przez ponowne programowanie tymi samymi danymi. Jeżeli programator nie sygnalizuje błędów, to oznacza, że dane w PROMie czy pamięci Flash są zgodne z kodem, który ma zostać wprowadzony do procesora. Jest to możliwe, ponieważ operacja weryfikacji jest przeprowadzana wewnętrznie po zaprogramowaniu każdego bajtu. D1 jeszcze raz sygnalizuje stan tego procesu weryfikacji. Zawartość procesora można łatwo otrzymać wykonując sprawdzanie czystości przy pomocy programu komunikacyjnego.

Opisywany programator nie posiada urządzenia do programowania bitów ochrony i klucza szyfrowania odpowiednich procesorów.

Liczba bajtów w wierszu w pliku Intelhex nie może przekraczać 16. Jeżeli wiersz jest dłuższy, sygnalizowany jest błąd, ponieważ wewnętrzny bufor zostaje przepełniony. Dane są sprawdzane (za pomocą sumy kontrolnej) przed programowaniem. Gdyby plik szesnastkowy zawierał adresy z poza zakresu adresów procesora, informacja ta zostanie zaprogramowana pod niższym, "lustrzanym" adresem. ■

Tabela 1. Rodziny procesorów

### Położenie przełącznika DIP:

DIP	Typ mikrokontr.	EPROM/FLASH	RAM	ilość końc.	ilość We/Wy	częstotl. zegarowa
0	87C51	4K EPROM	128	40	32	0,5-3,5-33MHz
1	87C52	8K EPROM	256	40	32	3,5-24MHz
2	87C750	1K EPROM	64	24	19	3,5-40MHz
3	87C751	2K EPROM	64	24	19	3,5-60MHz
4	87C752	2K EPROM	64	28	21	3,5-16MHz
5	89C51	4K Flash	128	40	32	0-24MHz
6	89C52	8K Flash	256	40	32	0-24MHz
7	89C2051	2K Flash	128	20	15	0-24MHz

### Uwagi:

- Układ 89C2051 można programować tylko przy pomocy adaptera (zob. rys. 6).
- Częstotliwości zegarowe są podane tylko orientacyjnie; są produkowane wersje jeszcze szybsze.
- 87C75x nie rozpoznaje niektórych instrukcji, takich jak MOVE, LJMP i LCALL. Nie należy ich używać programując te procesory; w przeciwnym wypadku program nie będzie działał. W przypadku używania języka wyższego poziomu należy użyć takiego kompilatora, który z całą pewnością jest zgodny z danym typem procesora.

### Program

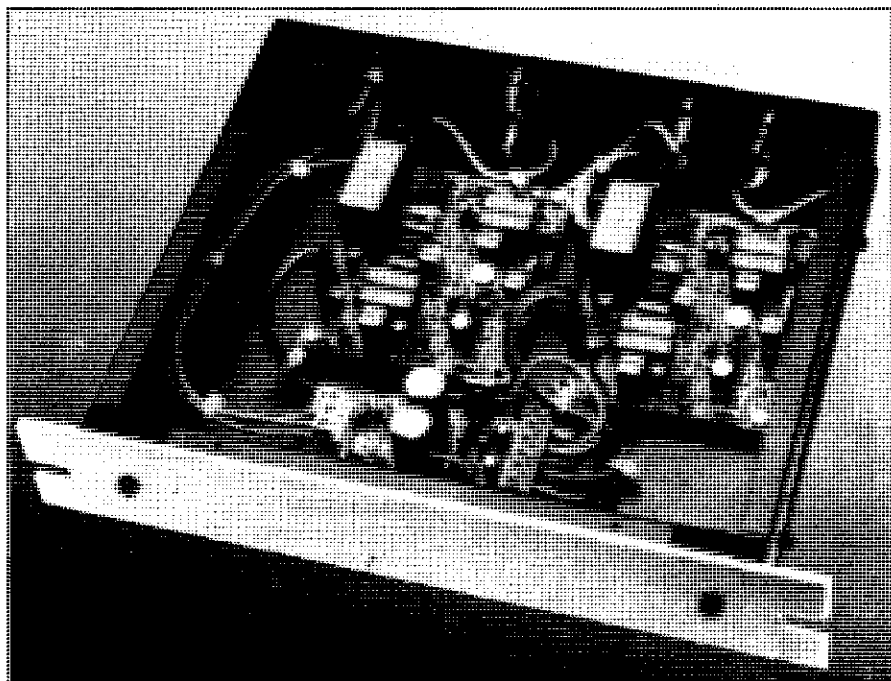
Końc.	87C5x	89C5x	87C75x	89C2051
RST	H	H	tryb*, L	12V
PSEN	L	L		
ALE/PROG	25x100µs, L	1-110µs, L		
EA/Vpp	12,75V	12V		
P2.6	L	L		
P2.7	H	H		
P3.2				1-110µs, L
P3.3				L
P3.4				H
P3.5				H
P3.6	H	H		
P3.7	H	H		H
P0.0/ASEL			strobowanie adr.	
P0.1/PROG			25x100µs, L	
P0.2/Vpp			12,75V	

### Weryfikacja

Końcówka	87C5x	89C5x	87C75x	89C2051
RST	H	H	tryb*, L	H
PSEN	L	L		
ALE/PROG	H	H		
EA/Vpp	H	H		
P2.6	L	L		
P2.7	L	L		
P3.2				H
P3.3				L
P3.4				L
P3.5				H
P3.6	H	H		
P3.7	H	H		H
P0.0/ASEL			strobowanie adr.	
P0.1/PROG			H	
P0.2/Vpp			H	

(\*) - słowo trybu = 296<sub>H</sub>

# PRZEDWZMACNIACZ DO GRAMOFONU Z RUCHOMĄ CEWKĄ



*Jakkolwiek gramofon, czy też, jak się go obecnie nazywa - urządzenie do odtwarzania płyt analogowych, został uznany za relikw już wiele lat temu, znani producenci tacy jak Thorens, Dual i Linn w dalszym ciągu opracowują i produkują jego nowe modele. I nie powinno to budzić zdziwienia - płyty długogrające są w dalszym ciągu szeroko dostępne, wbrew pochodzącym z połowy lat 80 przepowiedniom ekspertów, według których ten typ płyty miał w latach 90 znaleźć się wyłącznie w muzeach i prywatnych kolekcjach. Tak długo, jak długo będą dostępne czarne płyty analogowe, będzie istniało zapotrzebowanie na specjalne przedwzmacniacze. Przedwzmacniacz przedstawiony poniżej został zaprojektowany z myślą o współpracy z wysokiej jakości przetwornikami z ruchomą cewką.*

T. Giffard

Przyczyny przedstawiania wzmacniacza do przetwornika z ruchomą cewką są dwojakie: po pierwsze, analogowe płyty winylowe są nadal produkowane, a ogromne ich kolekcje znajdują się w posiadaniu milionów ludzi; po drugie, jakość dźwięku odtwarzanego z takiej płyty jest bardzo wysoka i według wielu fanów Hi-Fi zdecydo-

wanie przewyższa jakość dźwięku uzyskiwanego z płyty kompaktowej.

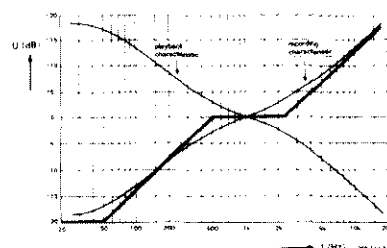
## **Założenia projektowe**

Jest oczywiste, że ci, którzy chcą mieć przedwzmacniacz gramofonowy, stawiają wymagania jakościowe na pierwszym miejscu. Przygotowując projekt

założono, że zdecydowana większość poważnych amatorów muzyki używa przetworników z ruchomą cewką, które wyparły wszystkie inne typy.

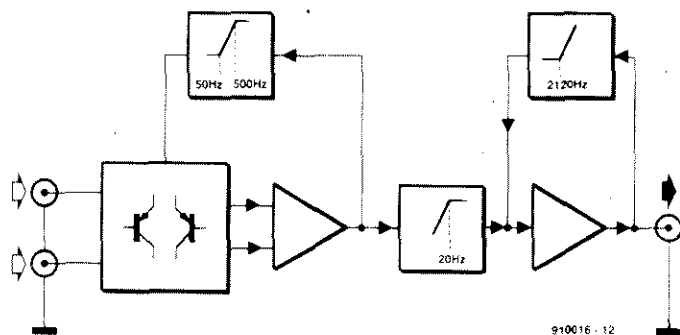
Kolejne założenie stanowiło uniezależnienie przedwzmacniacza od układu korekcyjnego RIAA (Record Industries Association of America) znajdującego się w głównym wzmacniaczu.

Tytułem wyjaśnienia: przetwornik gramofonowy jest przetwornikiem prędkość/napięcie. Podczas tłoczenia ostrze nacinające płytę porusza się z tą samą prędkością dla wszystkich częstotliwości sygnału. Bez korekcyjnej amplituda sygnału wzrastałaby więc ze spadkiem częstotliwości z prędkością 6dB na oktawę i dla 30Hz byłaby około 16-krotnie większa niż dla 15kHz. Duże odchylenia ostrza przy niskich częstotliwościach są korygowane przez wprowadzenie tłumienia 6dB/oktawę dla częstotliwości poniżej 500Hz, natomiast dla uzyskania poprawy stosunku sygnału do szumu stosuje się podbicie charakterystyki z nachyleniem 6dB/oktawę powyżej 2120Hz. Charakterystyka częstotliwościowa nagrywania zgodna z normą RIAA jest więc narastająca, z wyjątkiem niewielkiego obszaru wokół 1kHz. Odpowiedź częstotliwościowa przedwzmacniacza powinna umożliwiać kompensację tej charakterystyki (*rysunek 1*)

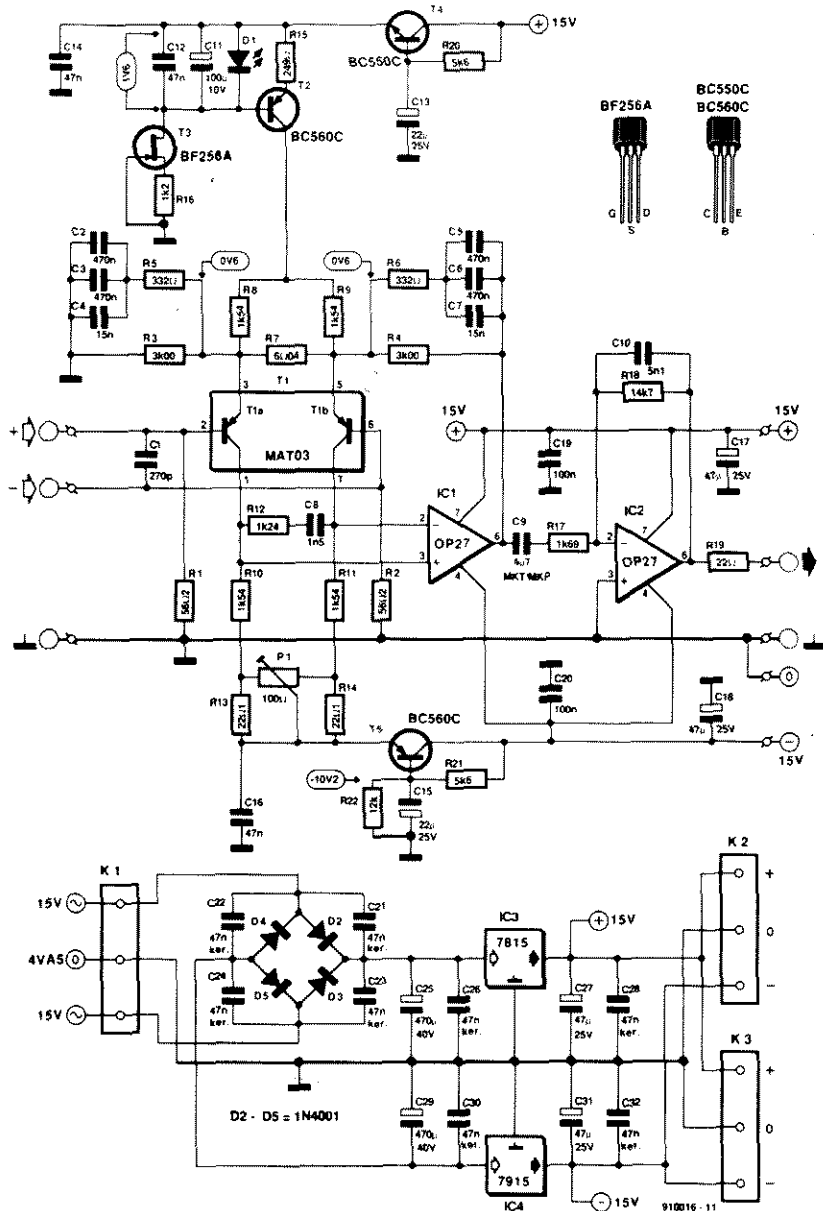


**Rys. 1. Charakterystyki częstotliwościowe tłoczenia i odtwarzania płyty analogowej według normy RIAA. Linia pogrubiona przedstawia asymptotyczną charakterystykę tłoczenia.**





Rys. 2. Schemat blokowy jednego kanału przedwzmacniacza dla przetwornika z ruchomą cewką.



Rys. 3. Schemat elektryczny jednego kanału przedwzmacniacza do przetwornika z ruchomą cewką.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### PRZEDWZMACNIACZ (jeden kanał)

#### Rezystory

- R1, R2: 56,2Ω, 0,1%
- R3, R4: 3kΩ, 1% (parowane)
- R5, R6: 332Ω, 0,1%
- R7, R29: 6,04Ω, 1%
- R8...R11: 1,54kΩ, 0,1%
- R12: 1,24kΩ, 1%
- R13, R14: 22,1Ω, 1%
- R15: 249Ω, 1%
- R16: 1,2kΩ
- R17: 1,69kΩ, 1%
- R18: 14,7kΩ, 1%
- R19: 22Ω
- R20, R21: 5,6kΩ
- R22: 12kΩ

P1: 100Ω, potencjometr montażowy

#### Kondensatory

- C1: 270pF, polistyrenowy
- C2, C3, C5, C6: 470nF, MKT lub MKP
- C4, C7: 15nF, 1%, polistyrenowe
- C8: 1,5nF, 1%, polistyrenowy
- C10: 5,1nF, 1%, polistyrenowy
- C11: 100μF/10V, stojący
- C12, C14, C16: 47nF, ceramiczne
- C13, C15: 22μF/25V, tantalowe
- C17, C18: 47μF/25V, tantalowe
- C19, C20: 100nF

#### Półprzewodniki

- D1: czerwona dioda LED
- T1: MAT03
- T2, T5: BC560C
- T3: BF256A
- T4: BC550C
- IC1, IC2: OP27

#### ZASILACZ

##### Kondensatory

- C21, C24, C26, C28, C30, C32: 47nF, ceramiczne
- C25, C29: 470μF/40V, stojące
- C27, C31: 47μF/25V, stojące

##### Półprzewodniki

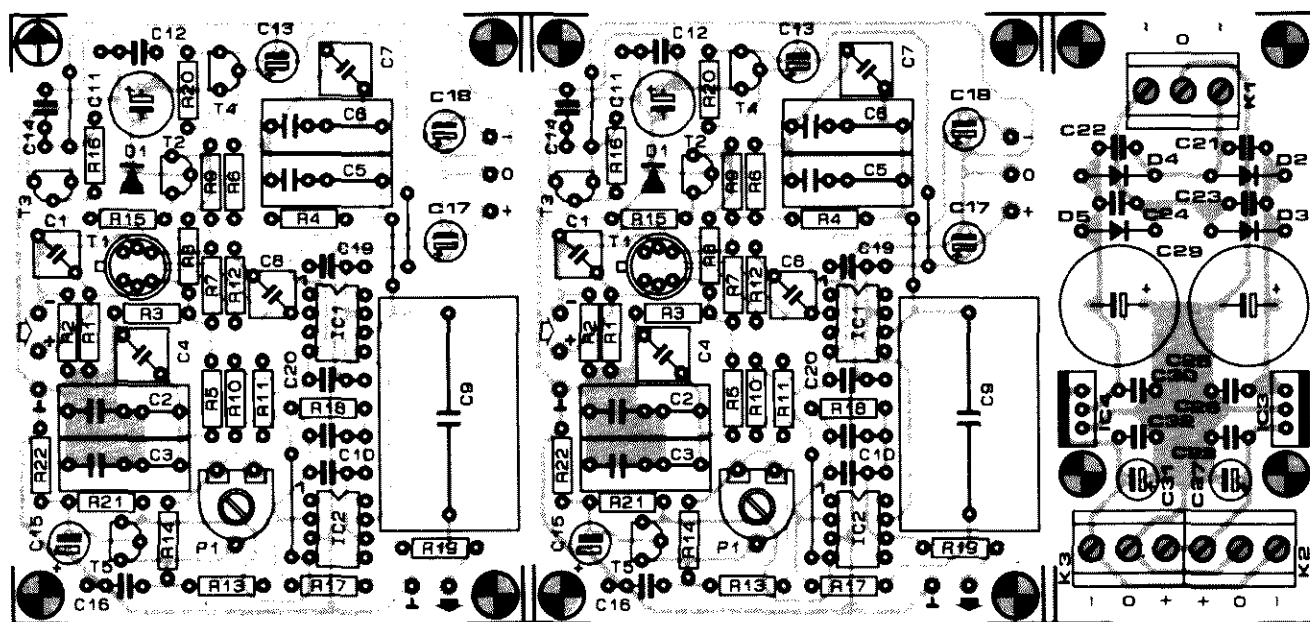
- D2...D5: 1N4001
- IC3: 7815
- IC4: 7915

#### Różne

- K1, K2, K3: potrójna złączka przewodowa
- plytka drukowana 910016

czyli uzyskanie płaskiej charakterystyki nagrywanie-odtwarzanie.

Filtry zapewniające żądaną charakterystykę odtwarzania są zaznaczone na schemacie blokowym przedwzmacniacza (rysunek 2). Z wyjątkiem pasywnego filtra górnoprzepustowego w zakresie powyżej 20Hz zastosowano filtry aktywne, zapewniające korzystniejsze parametry szumowe układu. Wspomniany filtr został użyty w celu skompensowania wymaganego w standardzie IEC podbicia częstotliwościowego nagrywanego sygnału w pasmie poniżej 20Hz z nachyleniem 6dB/oktawę, które stosuje się, by wyeliminować niekorzystne skutki działania fil-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce przedwzmacniacza. Płytkę składa się z trzech części (lewy kanał, prawy kanał oraz zasilacz), które mogą zostać rozdzielone przed rozpoczęciem montażu.

trów znajdujących się w urządzeniach odtwarzających.

Jak zwykle w takim przypadku przedwzmacniacz powinien mieć wysokie wzmocnienie oraz bardzo niski poziom szumów i przydźwięku sieciowego. Niektórym Czytelnikom schemat blokowy przedwzmacniacza może wydać się przesadnie skomplikowany. Rzeczywiście, gdyby przeznaczeniem układu miała być tylko korekcja charakterystyki częstotliwościowej, przedwzmacniacz zawierałby prawdopodobnie tylko jeden wzmacniacz operacyjny z odpowiednim układem sprzężenia zwrotnego. Ponieważ jednak należy wzmocnić około 800 razy sygnał o poziomie około 250µV (tyle wynosi przeciętny poziom sygnału wyjściowego przetwornika z ruchomą cewką), niezbędne są co najmniej dwa wzmacniacze operacyjne. Rozdzielenie ukła-

dów korygujących charakterystykę staje się więc zupełnie logiczne. Zasadniczym zadaniem pierwszego stopnia jest ograniczenie poziomu szumu i przydźwięku.

Można zauważyć, że charakterystyki filtrów korekcyjnych są lustrzanymi odbiciami charakterystyk odtwarzania. Jest tak dlatego, że układy korekcji ułożone są pętlach sprzężenia wzmacniaczy.

### Opis układu

Na schemacie elektrycznym przedwzmacniacza na **rysunku 3** przedstawiono tylko jeden kanał.

Stopień wejściowy zawiera układ różnicowy T1 zbudowany na niskoszumnym wzmacniaczu MAT03. Jest to podwójny wzmacniacz operacyjny z wejściem p-n-p, o lepszych właściwościach szumowych niż jego odpowiednik n-p-n - MAT02, co jest szczególnie istotne przy pracy przy bardzo niskim poziomie sygnału. Użycie w pierwszym stopniu układu tak wysokiej jakości umożliwia zastosowanie jako IC1 i IC2 wzmacniaczy o nieco mniej wygórowanych parametrach. Pierwszy stopień wzmacniający zawiera układy T1 oraz IC1. Elementy sprzężenia zwrotnego C2...C7 i R3...R6, ułożone między wyjściem wzmacniacza IC1 a emiterami tranzystorów T1a i T1b stanowią pierwszą część układu korekcji

charakterystyki częstotliwościowej. Powinny to być elementy wysokostabilne.

Filtr pasywny 20Hz tworzą elementy R17 i C9. Przy podanych wartościach elementów częstotliwość załamania charakterystyki wyniesie dokładnie 20,037Hz.

Drugi stopień wzmacniający zawiera układ IC2, w pętli sprzężenia którego znajdują się elementy R18 i C10, ustalające następną częstotliwość załamania charakterystyki równą 2120Hz. Płytkę drukowaną została zaprojektowana tak, że możliwe jest zastosowanie dwóch kondensatorów MKT, jeśli podany w wykazie elementów 1% kondensator polistyrenowy będzie nieosiągalny.

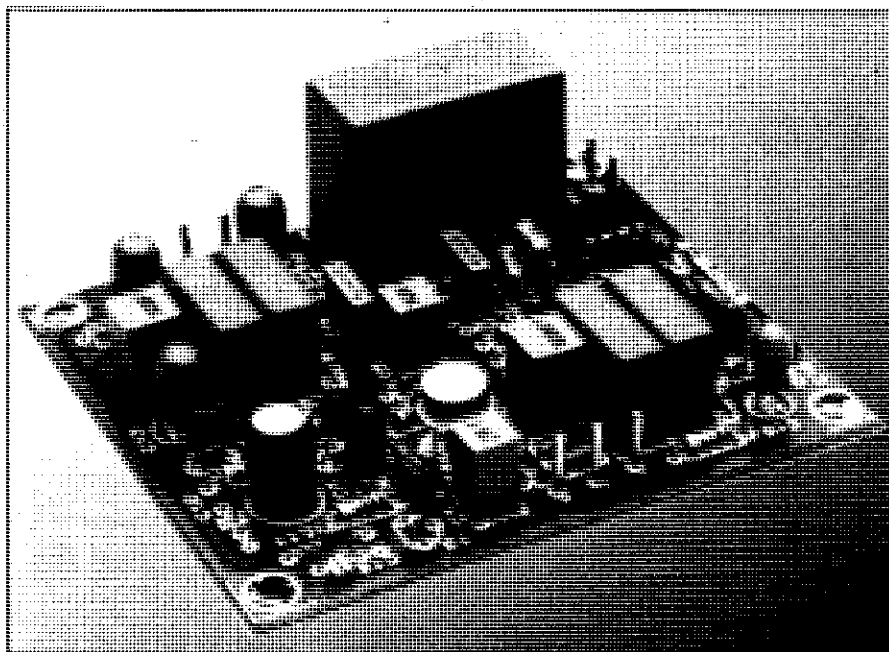
Ostatni element przedwzmacniacza - R19 - jest bardzo ważny, ponieważ zapobiega niestabilności układu, która może mieć miejsce w przypadku dużych obciążeń pojemnościowych, np. bardzo długiego kabla łączącego przedwzmacniacz ze wzmacniaczem. Symetryczny zasilacz ±15V nie wymaga komentarzy. Dodatkowe kondensatory ceramiczne dołączone równolegle do diod prostownika i kondensatorów elektrolitycznych ograniczają poziom zakłóceń.

### Stopień wejściowy

Najważniejszą część przedwzmacniacza stanowi jego stopień wejściowy.

### Dane techniczne

Czułość wejściowa .....	250µV
Impedancja wejściowa .....	100Ω
Poziom sygnału wyjściowego .....	200mV
Impedancja obciążenia .....	>2kΩ
Stosunek sygnał/szum .....	75dB
Zgodność z charakterystyką częstotliwościową RIAA .....	±0,1dB
Zniekształcenia .....	<0,006%
Napięcie zasilania .....	±15V
Pobór prądu .....	ok. 24mA



Rys. 5. Zmontowana płytką jednego kanału przedwzmacniacza .

Zastosowano tu stopień symetryczny, umożliwiający bezpośrednie podłączenie wyprowadzeń przetwornika, bez konieczności użycia stosowanych zazwyczaj kondensatorów sprzęgających o dużych pojemnościach i rozmiarach. Oznacza to, że wzmacniacz różnicowy musi być bardzo starannie zaprojektowany. W zasilaniu układu T1 zastosowano więc dodatkowe filtry z elementami T4 i T5, ograniczające szumy i przydźwięk sieci w napięciu zasilania. Stałoprądowy punkt pracy T1 ustala źródło prądowe z tranzystorem T2. Natężenie prądu tego źródła wynika ze spadku napięcia na diodzie D1, który z kolei powstaje na skutek przepływu przez D1 prądu pochodzącego z drugiego źródła prądowego z tranzystorem T3. Dla zachowania symetrii wejścia i zapewnienia wysokiej wartości współczynnika tłumienia sygnałów współbieżnych układ sprzężenia zwrotnego w stopniu wejściowym musi być symetryczny, a więc sieci R3-R5-C2...C4 i R4-R6-C5...C7 powinny być identyczne. Kondensatory powinny być dobrane z dokładnością 1%. Teoretyczna wartość pojemności każdej z trójek kondensatorów wynosi 955,3nF. Aby zapewnić prawidłowe działanie układu, stałoprądowa różnica potencjałów na jego wyjściu powinna wynosić 0V. Stałoprądowy punkt pracy ustalany jest przy pomocy elementów R13, R14 i P1. Jeśli zastosowano odpowiednie dobrane i stabilne elementy, a P1 jest odpowiednio ustawiony, po krótkim okresie ustalania termicznych warunków pracy układu różnica potencjałów

będzie wynosiła 0V. Będzie tak dlatego, że potencjały emiterów T1a i T1b będą jednakowe. Ponieważ tranzystory te są sparowane, spadki napięcia na rezystorach R1 i R2 będą równe, na wejściach wzmacniacza nie pojawi się różnica potencjałów i przez cewkę przetwornika nie będzie płynął prąd stały.

## Wykonanie

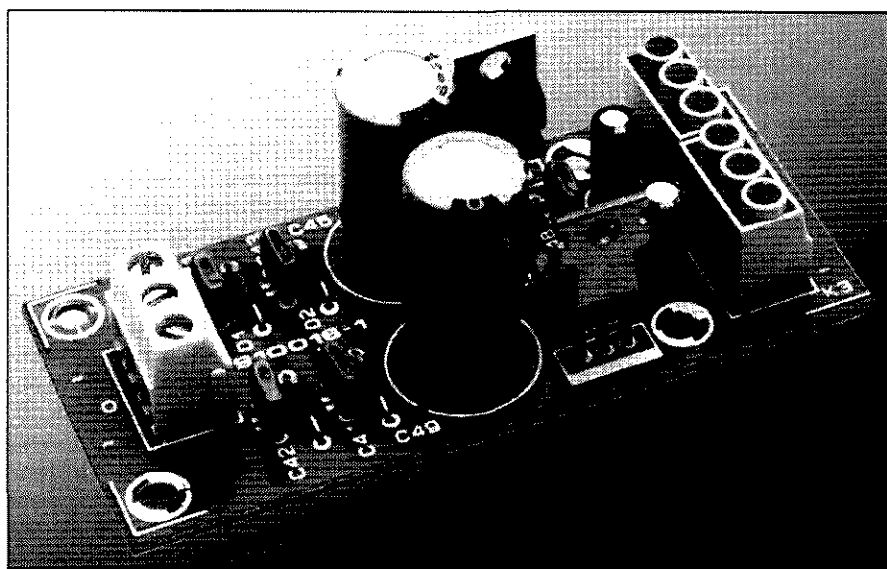
Płytkę drukowaną, której mozaikę ścieżek pokazano na wkładce, zaś rozmieszczenie elementów ilustruje rysunek 4, składa się z trzech części, na które można ją rozciąć przed rozpoczęciem montażu. Na dwóch częściach zmontowane będą wzmacniacze obu kanałów, a na trzeciej -

zasilacz całości. Jeśli płytka ma być użyta bez rozcinania, należy pamiętać, że linie zasilania obu kanałów nie są połączone z zasilaczem.

Płytkę wzmacniacza umożliwia użycie jako C10 pary kondensatorów oraz zastosowanie jako C2, C3, C5, C6 i C9 kondensatorów poliestrowych lub polistyrenowych - o najwyższej jakości i nieco większych rozmiarach.

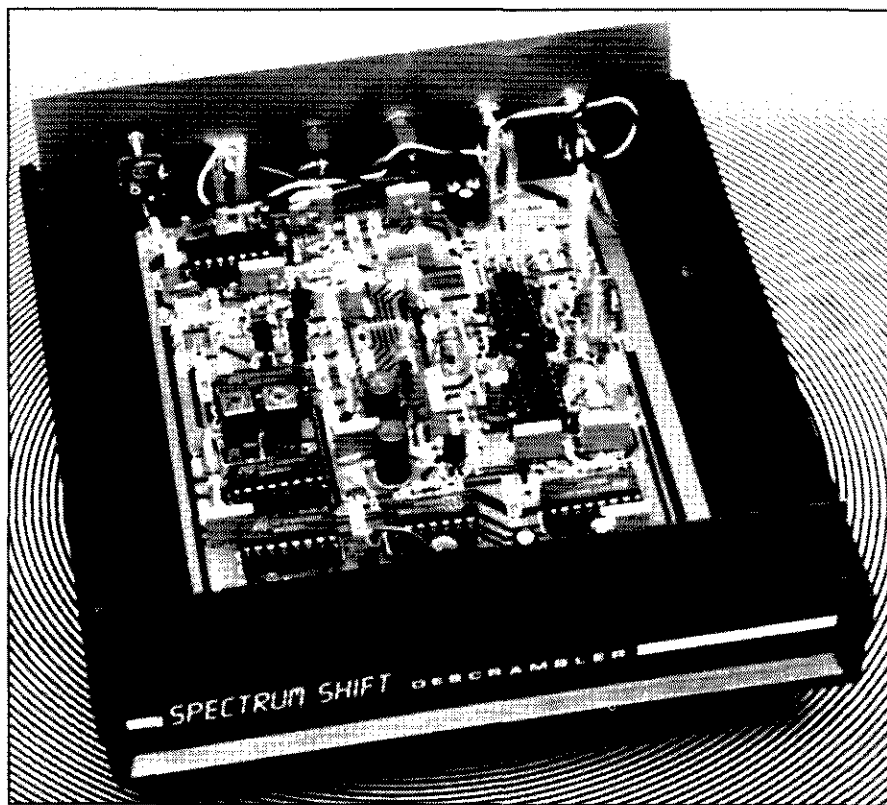
Rozwiązanie obudowy przedwzmacniacza pozostawiono indywidualnym upodobaniom konstruktorów. Jeśli w obudowie gramofonu jest dość miejsca, dobrym rozwiązaniem może być ułożenie tam przedwzmacniacza. Inną możliwość stanowi oddzielna obudowa. W obu przypadkach należy użyć oddzielnego zasilacza sieciowego do zasilania przedwzmacniacza - ograniczy to poziom przydźwięku sieciowego. W przypadku niektórych gramofonów, w których przetwornik ma wyjście asymetryczne i przewód powrotny sygnału połączony jest zwykle z masą, symetryczne wejście przedwzmacniacza może być źródłem kłopotów. Zazwyczaj jednak w ramieniu gramofonu przewody sygnałowe są oddzielone od masy i problem ten nie występuje.

Do połączenia przedwzmacniacza z przetwornikiem zaleca się zastosowanie dwużyłowych kabli ekranowanych. Sygnał wejściowy każdego z kanałów przedwzmacniacza należy doprowadzić przez dwa gniazda, których obudowa stanowić będzie wspólną masę. Zastosowanie takiego rozwiązania w prototypie przyniosło dobre efekty. Na wyjściu każdego kanału wystarczy zastosować tylko jedno gniazdo, ponieważ sygnał wyjściowy przedwzmacniacza jest asymetryczny.



Rys. 6. Zmontowana płytką zasilacza.

# SCRAMBLER AUDIO



*W celu utajnienia sygnału mowy od dłuższego czasu stosowane są urządzenia, które dokonują przesunięcia i inwersji widma sygnału mowy. Poniższy artykuł informuje zarówno o teorii, jak i praktycznych rozwiązaniach układowych. Natychmiast daje się zauważyć, że układy kodera i dekodera różnią się jedynie wartościami pewnych elementów.*

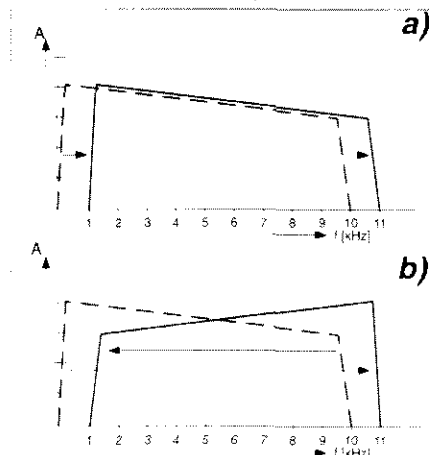
C. White Halfot

Pomimo tego, że cyfrowe systemy utajniania mowy zasadniczo oferują większe bezpieczeństwo przed podsłuchem, to systemy analogowe nadal w pełni potwierdzają swoją przydatność. Główna przyczyna tkwi w tym, że systemy cyfrowe wymagają szerszych pasm częstotliwości, co przy ograniczonych szerokościach kanałów, jak np. w telefonii lub rejestracji na magnetofonie prowadzi do pewnych problemów.

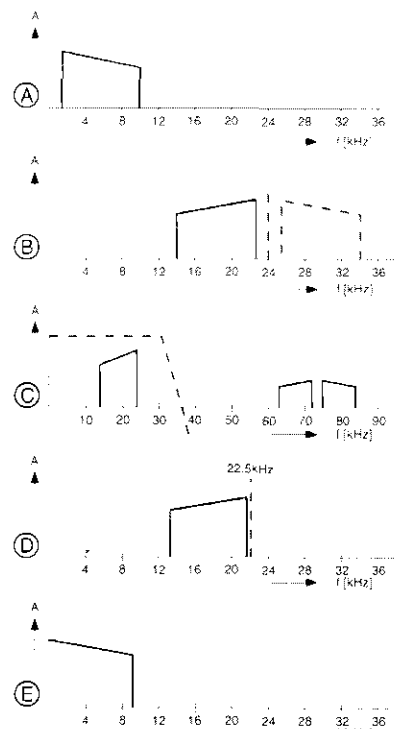
## Zasada utajniania.

Sygnał mowy lub muzyka będą całkowicie niezrozumiałe albo bezużyteczne,

gdy dokona się przesunięcia całego spektrum sygnału o około 1 do 2 kHz. Przykładowo, niech przesunięcie wyniesie 1kHz, to wówczas sygnał 50Hz będzie miał częstotliwość 1050Hz, podczas gdy 10kHz zostanie przesłane jako 11kHz. Przy tego rodzaju przesunięciu częstotliwości o 1000Hz, pasmo poniżej 1000Hz pozostanie całkowicie bezużyteczne. Ten rodzaj przesunięcia spektrum został schematycznie przedstawiony na **rysunku 1a**. **Rysunek 1b** ilustruje rozwiązanie alternatywne, w którym spektrum audio zostało dodatkowo w sposób "lustrzany" odbite względem pewnej częstotliwości. W obydwu przy-



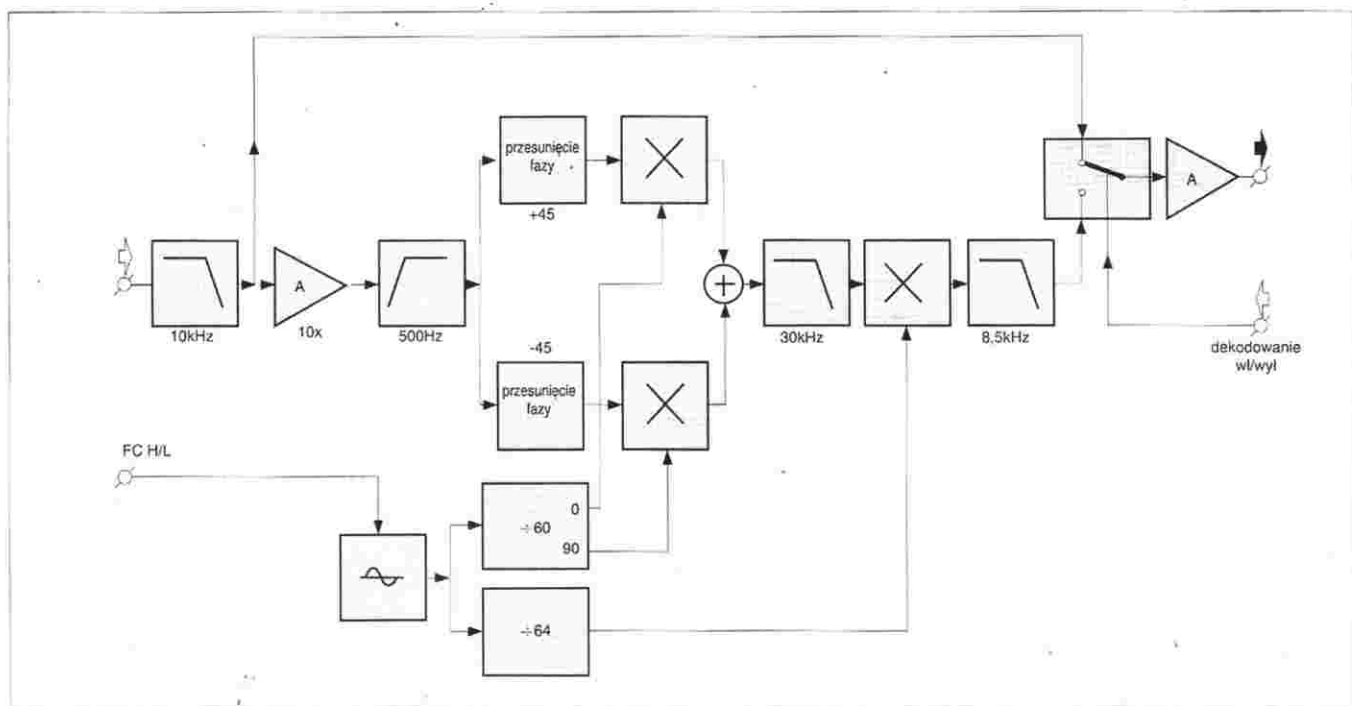
**Rys. 1.** Zasada przesunięcia (u góry) i inwersji (u dołu) częstotliwości. Obydwe metody są stosowane w celu utajnienia sygnałów audio.



**Rys. 2.** Przetwarzanie sygnałów w dekodery i w kodery. W zasadzie zachodzi tutaj mieszanie z dwoma różnymi częstotliwościami, jak również filtracja i wytłumienie wstęg bocznych.

padkach sygnał wynikowy jest całkowicie niezrozumiały, pomimo tego można zidentyfikować przerwy w mówieniu oraz zmiany siły głosu.

Obydwa warianty mają swoje wady i zalety. Lustrzane odbicie, odpowiadające rys. 1b, jest stosunkowo łatwe do zrealizowania, jednak w czasie



Rys. 3. Schemat blokowy scramblera/descramblera przesuwającego częstotliwość. Sygnał FCH/L służy do wybrania jednej z dwóch częstotliwości oscylatora, która z kolei określa różnicę częstotliwości o którą następuje przesunięcie. Blok kodowania/dekodowania może zostać ominięty (zmostkowany) przez podanie sygnału S.0/1, który działa na przełącznik.

transmisji przez kanał łączności z modulacją częstotliwościową prowadzi do pogorszenia stosunku sygnału do szumu, gdyż w sygnale utajnionym częstotliwości wyższe są znacznie silniej reprezentowane niż w sygnale jawnym. W czasie przesunięcia częstotliwości jak na rys. 1a podobnego ograniczenia można się nie obawiać. Przesunięty sygnał praktycznie jest równie niezrozumiały i niełatwy do zdekodowania. Na rysunku 2 zostały schematycznie przedstawione poszczególne kroki procesu dekodowania. Na początku ma miejsce takie ograniczenie pasma sygnału zakodowanego, aby zmieścił się on, przykładowo, w pasmie częstotliwości od 500Hz do 10kHz.

Przedstawiona na rys. 2a charakterystyka filtracji ze spadkiem dla wyższych częstotliwości zapobiega występowaniu intermodulacji w trakcie dalszej obróbki sygnału, podczas gdy wytłumienie niższych częstotliwości zapobiega zakłóceniom, które mogą być wywołane w czasie przekształcania przez sygnały zakłócające o małych częstotliwościach.

Schemat blokowy dekodera (rysunek 3) pokazuje, że sygnał wejściowy kolejno przechodzi przez filtr górnoprzepustowy, wzmacniacz i filtr dolnoprzepustowy. Przełącznik umieszczony przed buforem wyjściowym pozwala na wybór sygnału zdekodowanego lub nie zdekodowanego. W położeniu "nie dekodowa-

wany" sygnał po wyjściu z filtra górnoprzepustowego trafia bezpośrednio do bufora wyjściowego.

### Transformacja częstotliwości

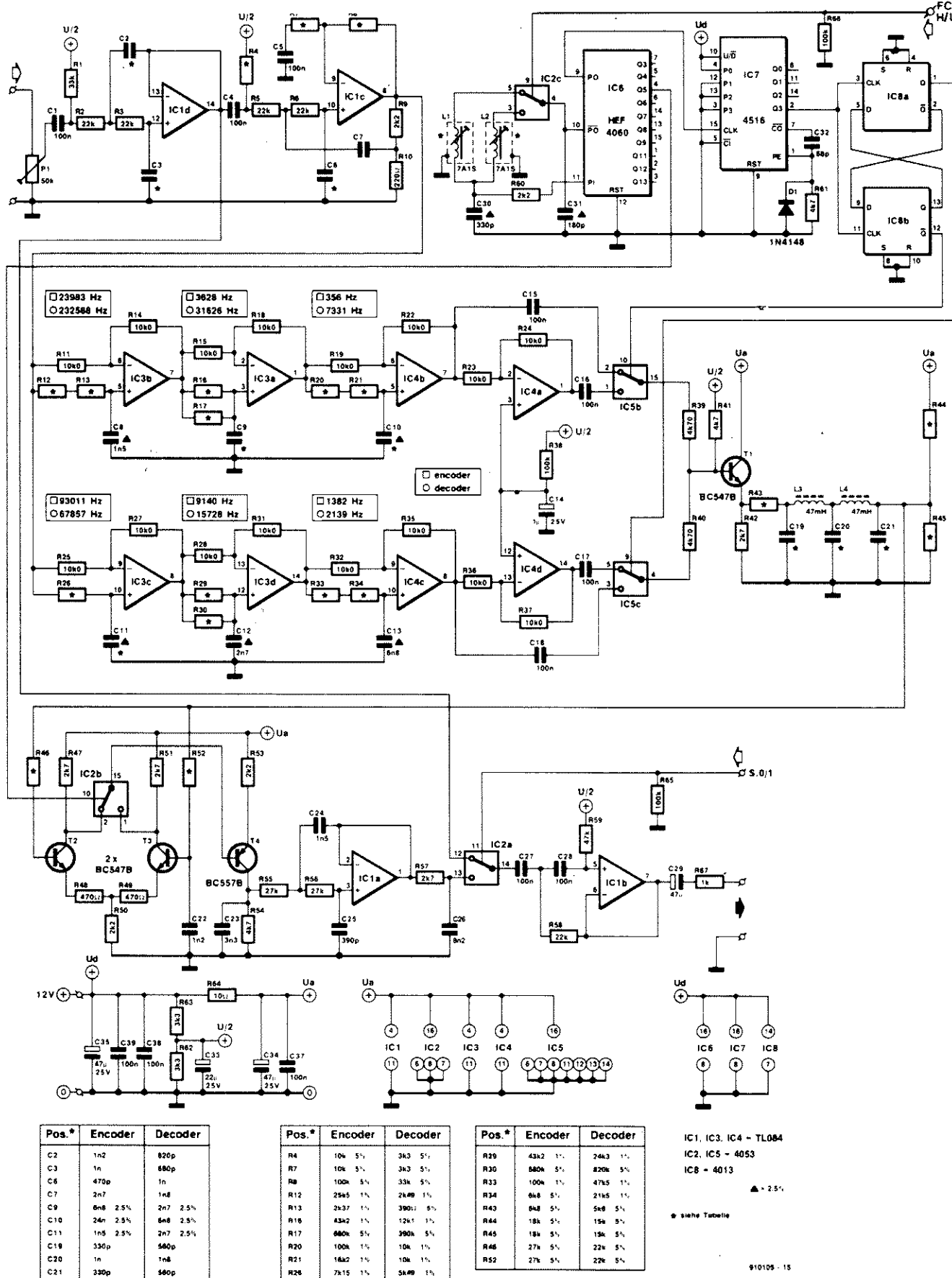
W celu dokonania przesunięcia częstotliwości sygnału audio stosowane są trzy różne metody postępowania, używane także w technice łączności do modulacji i demodulacji jednowstęgowej. Dwie pierwsze metody wykorzystują filtry wąskopasmowe, są najpowszechniej stosowane i nie ma żadnych problemów z zastosowaniem ich dla przesyłania ograniczonego do pasma 300...3000Hz. W czasie przesyłania sygnałów muzycznych ma się jednak do czynienia ze znacznie szerszym widmem, które wymaga zastosowania trzeciej metody. Opisywane urządzenie kodująco-dekodujące jest również przystosowane dla sygnałów muzycznych i pracuje według tzw. trzeciej metody. Sygnał wejściowy na początku zostaje podzielony na dwie części, które różnią się między sobą jedynie przesunięciem w fazie o 90°. Jeden ze składników tej pary (nazywanej parą Hilberta) nazywa się transformacją Hilberta drugiego składnika. Transformacja Hilberta jest to operacja przesunięcia częstotliwości, która niestety istnieje tylko w teorii. W praktyce zostały jednak stworzone

układy, które stanowią bardzo dobre przybliżenie dla idealnej transformaty Hilberta. Właśnie jeden z takich systemów został zastosowany w opisywanym dekodерze. Parę Hilberta stosuje się w celu wytłumienia wstęg bocznych powstających w czasie przesuwania częstotliwości przefiltrowanego sygnału wejściowego. Mnożenie, które następuje po przesunięciu fazowym, daje w efekcie dwa sygnały z dwoma wstęgami bocznymi przy każdym z nich (sygnał DSB). W dekodерze sygnały te są uporządkowane wokół częstotliwości 24kHz. Wartość tej częstotliwości wynika z wielkości przesunięcia w czasie kodowania.

Jedna z tych wstęg bocznych znika, gdy doda się obydwa sygnały DSB. Przedstawiono to na rys. 2b. Podstawy matematyczne dotyczące tego zjawiska są opisane w pozycji literatury wymienionej na końcu tego artykułu. Z rys. 2b i 2c wynika, że górne wstęgi boczne w naszym układzie zostają usunięte.

Układy mnożące (modulatory pierścieniowe) w normalnych warunkach muszą być bardzo dokładnie dobrane dla zapewnienia pełnej symetrii, poza tym w niektórych zastosowaniach pojawia się problem niewystarczającej liniowości. W zakresie m.cz. można jednak osiągnąć dobre rezultaty stosując niezbyt drogie analogowe układy CMOS.





Rys. 4. Schemat elektryczny scramblera/descramblera.

Rozwiązanie takie jest możliwe do realizacji nawet na popularnym układzie multipleksa CMOS-IC 4503 i nie wymaga dobierania elementów. Rozwiązanie to dopuszcza zastosowanie w dekodery silnego tłumienia składnika 25kHz. Jeśli tłumienie nie jest wystarczająco silne, to w dekodery powstaje zakłócający gwizd, którego wysokość odpowiada wielkości zastosowanego przesunięcia częstotliwości. Nie należy jednak w tym miejscu przemilczeć wady przełącznika analogowego. Powstają bowiem zakłócenia w postaci nieparzystych harmonicznych wokół sygnału przełączającego 24kHz. Należało jednak tego oczekiwać, jeśli się uwzględni fakt, że przełączanie to nic innego, jak mnożenie z sygnałem w postaci fali prostokątnej.

Wstęgi boczne trzeciej harmonicznej, widoczne na rys. 2c, są usuwane przez filtr dolnoprzepustowy, którego częstotliwość progowa wynosi 30kHz. Dzięki temu unika się interferencji spowodowanych przez wstęgi boczne w czasie przenoszenia sygnału w zakres normalnego widma.

Jak można było zauważyć, dekodowanie sygnału jest stosunkowo proste. Zakodowany sygnał jest po prostu jeszcze raz wymnożony (patrz rysunek 2d), ale tym razem względem częstotliwości 22,5kHz. Przed wyjściem filtr dolnoprzepustowy odcina jeszcze pozostałe wysokoczęstotliwościowe produkty mieszania.

## Jakie częstotliwości?

W celu dokonania przesunięcia spektrum w dekodery o 1,5kHz stosowane są dwie częstotliwości mieszania: najpierw 24kHz, a potem 22,5kHz. Różnica pomiędzy tymi częstotliwościami wynosi dokładnie 1,5kHz - czyli tyle, o ile należy przesunąć spektrum. Gdyby obydwie częstotliwości mieszania były wytwarzane niezależnie od siebie, to musiałyby być spełnione bardzo wysokie wymagania pod względem stabilności i dokładności. Jeżeli dla przesunięcia częstotliwości o 1500Hz ustalona została tolerancja  $\pm 500\text{Hz}$ , to również obydwie częstotliwości mieszania nie mogą mieć większej odchyłki niż  $\pm 5\text{Hz}$ . Odpowiada to błędowi wynoszącemu zaledwie 0,021% dla 24kHz i 0,022% dla 22,5kHz.

Wygląda to jednak całkiem inaczej, gdy obydwie częstotliwości mieszania są uzyskiwane z jednej wspólnej częstotliwości głównego oscylatora przez odpowiednie dzielniki.

Ponieważ różnica pomiędzy obydwo- ma częstotliwościami jest sztywno ustalona poprzez dzielniki, w związku z tym procentowy błąd może wynieść maksymalnie 0,33% (co daje  $\pm 5\text{Hz}$  dla 1500Hz). Obydwie potrzebne częstotliwości dają się uzyskać z głównego oscylatora, pracującego z częstotliwością 360kHz, przez jej podzielenie odpowiednio przez 15 lub 16. Jednak ze względu na fakt, że w układzie są potrzebne aż 4 sygnały 24kHz, które są względem siebie przesunięte w fazie o  $90^\circ$ , więc rzeczywista częstotliwość głównego oscylatora jest czterokrotnie wyższa (1,44MHz), jak również wyższe są o tyle samo wartości dzielników (60 i 64 zamiast 15 i 16, tak jak na rys. 3).

Obydwa sygnały 24kHz przesunięte względem siebie o  $90^\circ$  sterują dwoma identycznymi mieszaczami (z układami scalonymi 4053). Po zsumowaniu obydwu sygnałów wyjściowych z mieszaczy następuje wytłumienie górnego pasma. Za dolnoprzepustowym filtrem o częstotliwości progowej 30kHz, sygnał przechodzi do trzeciego układu mnożącego, który transponuje sygnał ostatecznie do pierwotnego widma.

## Kodowanie

Dotychczasowa część artykułu poświęcona była wyłącznie dekodowaniu. Urządzenie kodujące zostanie przedstawione jedynie szkicowo. Przyczyna tkwi w tym, że zarówno koder, jak i dekodek są prawie jednakowe. Układ i płytki są identyczne, a cała różnica tkwi w wartościach 29 elementów pasywnych. Znaczna ich większość określa charakterystykę częstotliwościową i fazową filtrów, które są zbudowane wokół wzmacniaczy operacyjnych IC3 i IC4 (schemat na **rysunku 4**). Chodzi tu mianowicie o filtry pasmowo-przepustowe na pasmo od 1kHz do 10kHz dla dekodera i od 120Hz do 10kHz dla koder.

Dokładność filtrów fazowych zależy od tolerancji zastosowanych elementów pasywnych. Natomiast dobroć tych filtrów może zmieniać się od bardzo wysokiej do bardzo niskiej, zależnie od ilości zastosowanych stopni oraz stosunku pomiędzy najwyższą i najniższą częstotliwością wejściową. Stosunek ten dla dekodera ma wartość około 10, co w przypadku trzystopniowego filtra fazowego daje w efekcie stosunek sygnału do szumu około 60dB.

Pomimo tego, że w koderze zastoso-

wany jest także trzystopniowy filtr, ma on jednak do pokonania inny stosunek częstotliwości - wynoszący 58 (7000Hz/120Hz) i wynika z niego gorszy stosunek sygnału do szumu - około 40dB. Ze względu na skromne rozwiązanie układowe ma to wpływ na jakość dźwięku, która jest mniej więcej na takim poziomie, jak w standardowym magnetowidzie klasy VHS.

Ponieważ w koderze widmo wejściowe powinno zostać przesunięte o 1,5kHz w górę (a nie w dół, jak w dekodery), więc w koderze tłumione jest górne pasmo boczne zamiast dolnego (patrz rys. 2b). Ze względu na to, że widmo sygnału z rys. 2b rozciąga się od 24kHz do 31kHz, częstotliwość progowa 30-kHz filtra dolnoprzepustowego musi zostać przesunięta na około 36kHz.

Oprócz tego, do zmienionego widma sygnału muszą zostać przystosowane także filtry wejściowe i wyjściowe. Wszystkie różnice pomiędzy koderem i dekodery są zebrane w tabeli z wykazem elementów pod rys. 4.

## Szczegóły

Opis układu odnosi się zarówno do koder, jak i dekodera. Na wejście podaje się normalny sygnał m.c.z. o efektywnym poziomie liniowym około 250mV. Na początku przechodzi on przez filtry dolnoprzepustowe ze wzmacniaczami IC1c i IC1d. Częstotliwość progowa wynosi dla dekodera 10kHz, a dla koder 6,6kHz. Następny w kolejności filtr górnoprzepustowy jest utworzony z kondensatorów C1, C4 i C5 oraz rezystorów R1, R4 i R7. Jego częstotliwość progowa wynosi 500Hz w dekodery oraz 150Hz w koder. IC1c jest częścią filtra aktywnego i wzmacnia sygnał wejściowy dziesięciokrotnie.

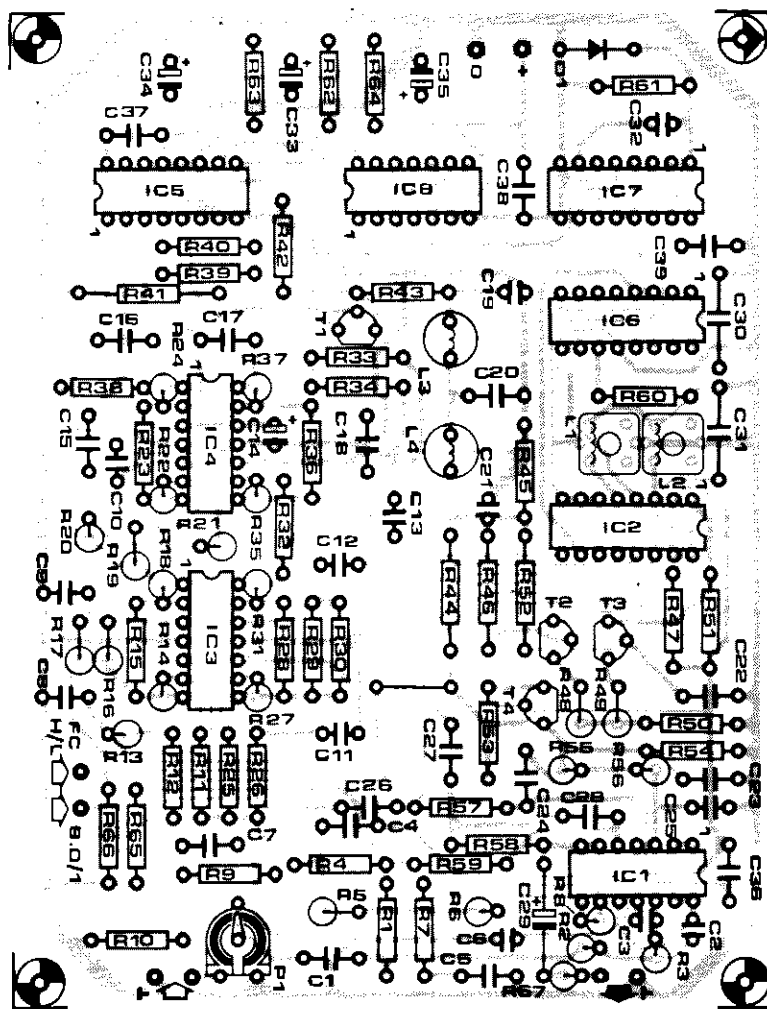
Filtr fazowy składa się z układów wzmacniaczy operacyjnych IC3 i IC4. Należy dokładnie przestrzegać podanych wartości elementów aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie filtra. Wartości kondensatorów decydujących o częstotliwości powinny mieć tolerancję 2,5% lub lepszą. W praktyce oznacza to, że należy zastosować kondensatory styroflexowe w połączeniu z rezystorami o tolerancji 1%. Teoretyczna częstotliwość progowa każdego pojedynczego filtra została podana na schemacie. Równanie  $f_c = 1/RC$  można zastosować do wyliczenia wszystkich częstotliwości progowych, jeśli więc zaistnieje konieczność zastosowania nieco innych kondensa-

torów, można będzie tę różnicę skompensować drogą dobrania odpowiednich wartości rezystorów. Wszystkie rezystory powinny mieścić się w zasadzie w przedziale od  $2k\Omega$  do  $200k\Omega$ . Weźmy dla przykładu: jeśli do kodera nie możemy znaleźć kondensator C10 o wartości  $24nF$  i tolerancji 2,5%, należy najpierw odczytać z planu częstotliwość progową (356Hz).

Następnie, na podstawie podanego wcześniej równania można dokonać ponownego wyliczenia wartości elementów, przy czym dla R należy przyjąć wartość  $116,2k\Omega$  ( $R_{20} + R_{21}$ ). Załóżmy teraz, że jako C10 chcemy zastosować kondensator  $27nF/2,5\%$ . Sumaryczna rezystancja dla  $R_{20} + R_{21}$  wyniesie teraz  $103,2k\Omega$ . Taka wartość będzie teraz prawdopodobnie łatwiejsza do dobrania niż zdobycie dokładnego kondensatora  $24nF$  z tego względu, że takie rezystory są znacznie łatwiejsze do uzyskania w porównaniu z dokładnymi kondensatorami.

IC5b oraz IC5c pełnią rolę elektronicznych przełączników realizujących funkcję mnożenia sygnału z przebiegiem z generatora 24kHz. Dwa 1% rezystory R39 i R40 sumują rezultaty operacji mieszania na bazie tranzystora T1. Tranzystor T1 służy jednocześnie jako dopasowanie impedancyjne do niskoomowego filtra dolnoprzepustowego L3-L4-C19-C20-C21.

Przefiltrowany sygnał zostaje następnie skierowany do mieszacza złożonego z T2, T3 i IC2b. Układ ten przesyła zdekodowany sygnał na wyjście dekodera



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na jednostronnej płytce drukowanej.

## WYKAZ ELEMENTÓW

(w nawiasach podano wartości elementów dla dekodera)

### Rezystory

R1:  $33k\Omega$   
 R2, R3, R5, R6, R58:  $22k\Omega$   
 R4, R7:  $10k\Omega$  ( $3,3k\Omega$ )  
 R8:  $100k\Omega$  ( $33k\Omega$ )  
 R9, R50, R53, R60:  $2,2k\Omega$   
 R10:  $220k\Omega$   
 R11, R14, R15, R18, R19, R22, R25, R27, R28, R31, R32, R35, R37:  $10,0k\Omega/1\%$   
 R12:  $25,5k\Omega/1\%$  ( $2,49k\Omega/1\%$ )  
 R13:  $2,37k\Omega/1\%$  ( $390\Omega/5\%$ )  
 R16:  $43,2k\Omega/1\%$  ( $12,1k\Omega/1\%$ )  
 R17:  $680k\Omega/5\%$  ( $390k\Omega/5\%$ )  
 R20:  $100k\Omega/1\%$  ( $10k\Omega/1\%$ )  
 R21:  $16,2k\Omega/1\%$  ( $10k\Omega/1\%$ )  
 R26:  $7,15k\Omega/1\%$  ( $5,49k\Omega/1\%$ )  
 R29:  $43,2k\Omega/1\%$  ( $24,3k\Omega/1\%$ )  
 R30:  $680k\Omega/5\%$  ( $820k\Omega/5\%$ )  
 R33:  $100k\Omega/1\%$  ( $45,5k\Omega/1\%$ )  
 R34:  $6,8k\Omega/5\%$  ( $21,5k\Omega/1\%$ )  
 R38, R65, R66:  $100k\Omega$   
 R39, R40:  $4,70k\Omega/1\%$   
 R41, R54, R61:  $4,7k\Omega$   
 R42, R47, R51, R57:  $2,7k\Omega$   
 R43:  $6,8k\Omega/5\%$  ( $5,6k\Omega/5\%$ )

R44, R45:  $18k\Omega/5\%$  ( $15k\Omega/5\%$ )

R46, R52:  $27k\Omega/5\%$  ( $22k\Omega/5\%$ )

R48, R49:  $470\Omega$

R55, R56:  $27\Omega$

R59:  $47k\Omega$

R62, R63:  $3,3k\Omega$

R64:  $10\Omega$

R67:  $1k\Omega$

P1:  $50k\Omega$ , potencjometr montażowy

### Kondensatory

C1, C4, C5, C15, C16, C18, C27, C28,

C36, C39:  $100nF$

C2:  $1,2nF$  ( $820pF$ )

C3:  $1nF$  ( $680pF$ )

C6:  $470pF$  ( $1nF$ )

C7:  $2,7nF$  ( $1,8nF$ )

C8:  $1,5nF/2,5\%$  styrofleks

C9:  $6,8nF/2,5\%$  ( $2,7nF/2,5\%$ ) styrofleks

C10:  $24nF/2,5\%$  ( $6,8nF/2,5\%$ ) styrofleks

C11:  $1,5nF/2,5\%$  ( $2,7nF/2,5\%$ ) styrofleks

C12:  $2,7nF/2,5\%$  styrofleks

C13:  $6,8nF$ , styrofleks

C14:  $1\mu F/25V$ , tantal

C19, C21:  $330pF$  ( $560pF$ )

C20:  $1nF$  ( $1,8nF$ )

C22:  $1,2nF$

C23:  $3,3nF$

C24:  $1,5nF$

C25:  $390pF$ , ceramiczny

C26:  $8,2nF$

C29:  $4,7\mu F/25V$ , leżący

C30:  $330pF/2,5\%$  styrofleks

C31:  $180pF/2,5\%$  styrofleks

C32:  $68pF$ , ceramiczny

C33:  $22\mu F/25V$ , stojący

C34, C35:  $47\mu F/25V$ , stojący

### Indukcyjności

L1, L2: 7A1S (Neosid), wg opisu

L3, L4:  $47mH$

### Półprzewodniki

D1: 1N4148

T1, T3: BC547B

T4: BC557B

IC1, IC3, IC4: TL084

IC2, IC5: 4053

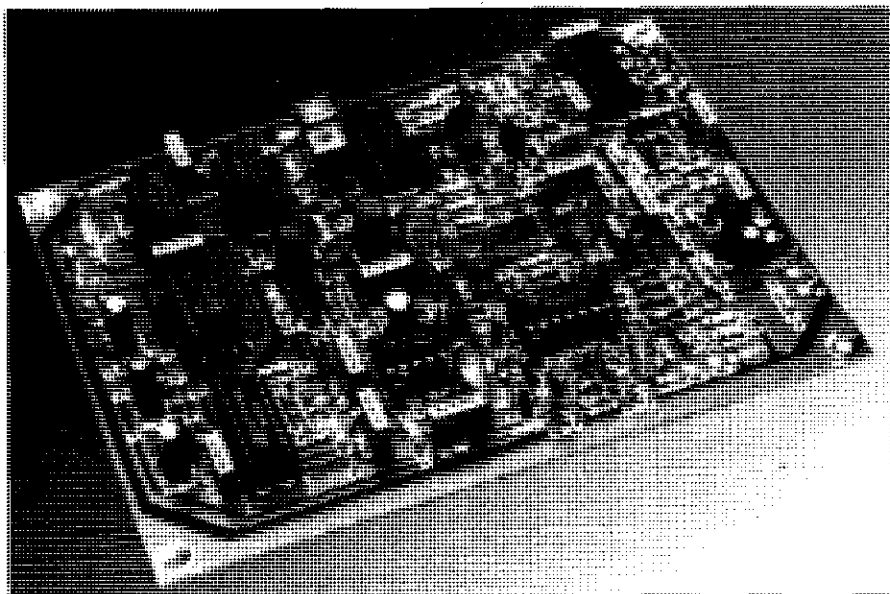
IC6: HEF 4060 (Philips)

IC7: 4516

IC8: 4013

### Różne

płytka drukowana, nr kodu 910105



Rys. 6. Widok gotowej płytki descramblera.

albo sygnał zakodowany na wyjściu urządzenia kodującego. Filtr dolnoprzepustowy na wejściu wzmacniacza operacyjnego IC1a eliminuje niepotrzebne produkty w.cz. z procesu mieszania. Za tym stopniem następuje bufor wyjścia IC1b. Przed nim umieszczony jest jeszcze elektroniczny przełącznik, który pozwala na włączanie/wyłączanie funkcji kodowania lub dekodowania przez podanie napięcia zasilającego +12V na wejście S : 0/1 (Scrambler on/off).

Centralny oscylator został zbudowany na IC6 - oscylator/dzielnik CMOS HEF4060. Jako element decydujący o częstotliwości zastosowano układ LC, zamiast powszechnie stosowanych typowych kombinacji RC.

Prawidłowo zbudowany oscylator LC spełnia wymogi dokładności stawiane częstotliwości podstawowej. Z tego względu także kondensatory C30 i C31 powinny charakteryzować się wysoką stabilnością temperaturową (typu NPO lub COG, kondensatory ceramiczne z czarnym paskiem na górnej powierzchni).

Jako alternatywę można zastosować kondensatory styrofleksowe o tolerancji 2,5%. Na płycie są przewidziane dwie cewki dla oscylatorów, aby można było dokonywać przełączeń pomiędzy dwoma różnymi częstotliwościami mieszania.

Przełączenie dokonywane jest w układzie IC2c, przy czym ponownie polega na podaniu sygnału +12V/0V na wejście sterujące (FC H/L = Frequency Control High/Low). Dzięki tej możliwości przełączenia można wybrać jeden z dwóch trybów, a tym samym utrudnić niepożądane podsłuchiwanie.

Układ scalony HEF4060 zawiera oprócz oscylatora także dzielnik przez 64, pozwalający otrzymywać sygnał 22.5kHz. Dzielnik przez 60 został wykonany przy zastosowaniu układów 4516 (IC7) oraz 4013 (IC8). Zostały one tak skonfigurowane, że 4516 dzieli przez 15, zaś 4013 - przez 4. Wyjścia Q i Q̄ obydwu przerzutników w 4013 są źródłem sygnałów sterujących dla mieszaczy IC5b oraz IC5c.

### Wykonanie i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej pokazuje **rysunek 5**. Mozaika ścieżek tej płytki została przedstawiona na wkładce.

Podczas rozmieszczania elementów na płycie należy zwrócić szczególną uwagę na różne wartości elementów składowych dla koderów i dekodów. Do utrzymywania utajnionej łączności konieczne są dwie takie płytki, z których jedna będzie pracować jako koder, natomiast druga jako dekod. Pomiędzy obydwoma urządzeniami nie ma innych różnic oprócz wartości zastosowanych podzespołów.

Należy bardzo starannie odczytywać wartości wlotowywanych rezystorów; ewentualnie przed wlutowaniem można je jeszcze sprawdzić multimetrem cyfrowym, gdy nie ma całkowitej pewności co do odczytywanych z kodu barwnego wartości rezystancji.

Cewki L1 i L2 mają po 100 zwojów wykonanych licą miedzianą o średnicy 0,1mm na karkasie Neosid-7A1S. Po nawinięciu cewki zakończenia jej uzwojeń należy przylutować do odpowiednich końcówek karkasu (wcześ-

niej najlepiej sprawdzić prawidłowość nawinięcia porównując ze schematem montażowym).

Następnie należy założyć na karkasy kubki ferrytowe i przykleić je kroplą kleju lub wosku. Aby zapewnić wymaganą stabilność częstotliwości kubki ferrytowe muszą zostać starannie sklejone. Wreszcie należy założyć kubki ekranujące, wkręcić rdzenie i jeszcze raz sprawdzić cewki omomierzem, zanim zostaną wetknięte i wlutowane w płytkę. Wszystkie końcówki gotowych cewek (włącznie z ekranem) powinny zostać wlutowane, gdyż dzięki temu unika się przegrzania. Cewki L1 i L2 powinny mieć indukcyjność po około 100mH.

Jedynie zastosowanie układu scalonego HEF4060 (firmy Philips) jako IC6 gwarantuje prawidłowe funkcjonowanie oscylatora. W przypadku tego układu scalonego chodzi o wersję LOCOS typowego CMOS 4060.

W czasie uruchamiania dekodera należy podłączyć zasilanie 12V i doprowadzić do wejścia zakodowany sygnał. Do wyjścia należy podłączyć wzmacniacz ze słuchawką (głośnikiem) i następnie przy pomocy P1 ustawić amplitudę sygnału wejściowego na około 200mVpp. Końcówek FCH/L i S.0/1 nie należy na razie podłączać. Przy pomocy rdzenia cewki L1 ustawić częstotliwość na końcówce 9 HEF4060 (IC6) na 1,44MHz.

Wraz z ustawieniem częstotliwości głównego oscylatora następuje także ustalenie przesunięcia widma sygnału, które powinno leżeć w przedziale pomiędzy 1kHz a 2kHz. Przy częstotliwości impulsów wynoszącej 1,44MHz przesunięcie wynosi dokładnie 1500Hz.

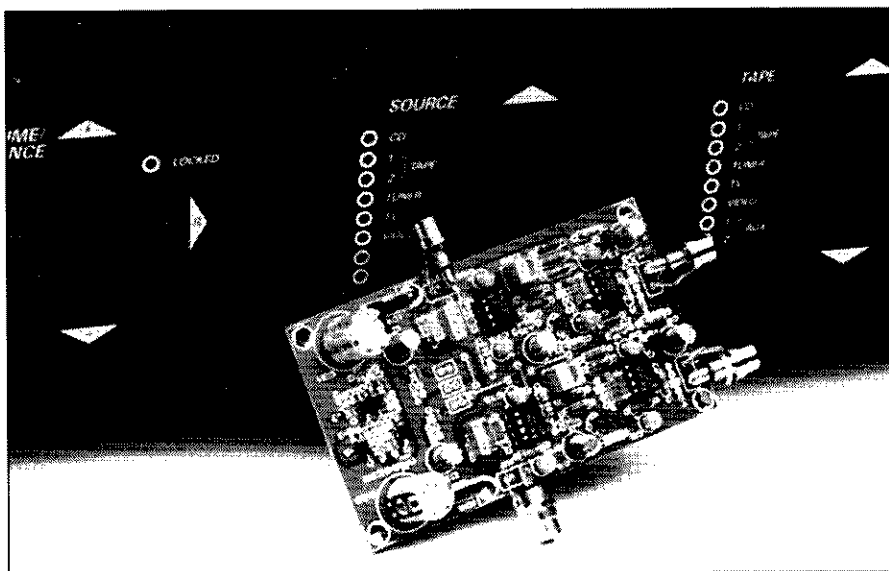
Teraz na linię FCH/L można podać logiczną "1" (+12V) i rdzeniem cewki L2 ustawić drugą częstotliwość oscylatora. Przy podanym sygnale zakodowanym, częstotliwość oscylatora w dekodzie ustawia się kierując kryterium najlepszej słyszalności i zrozumiałości mowy lub muzyki.

Dokładnie tak samo reguluje się koder. Jedyna różnica polega na tym, że wyjścia nie łączy się ze wzmacniaczem, a bezpośrednio z dekodem. W czasie normalnej pracy będzie tam podłączona normalna linia transmisyjna albo wejście urządzenia rejestrującego (np. magnetofon kasetowy). ■

# PRZEDWZMACNIACZ DO GRAMOFONU Z RUCHOMYM MAGNESEM

*Funkcją przetwornika jest przetwarzanie ruchu igły na sygnał elektryczny. Najbardziej popularne z przetworników wyposażone są w ruchomy magnes (i nieruchomą cewkę) lub w ruchomą cewkę (i stały magnes). W obu przypadkach ruchy igły powodują zmiany pola magnetycznego. W tym numerze Elektora przedstawiliśmy już przedwzmacniacz dla zwolenników rozwiązania z ruchomą cewką. Teraz dla odmiany - uклон w stronę entuzjastów przetworników z ruchomym magnesem.*

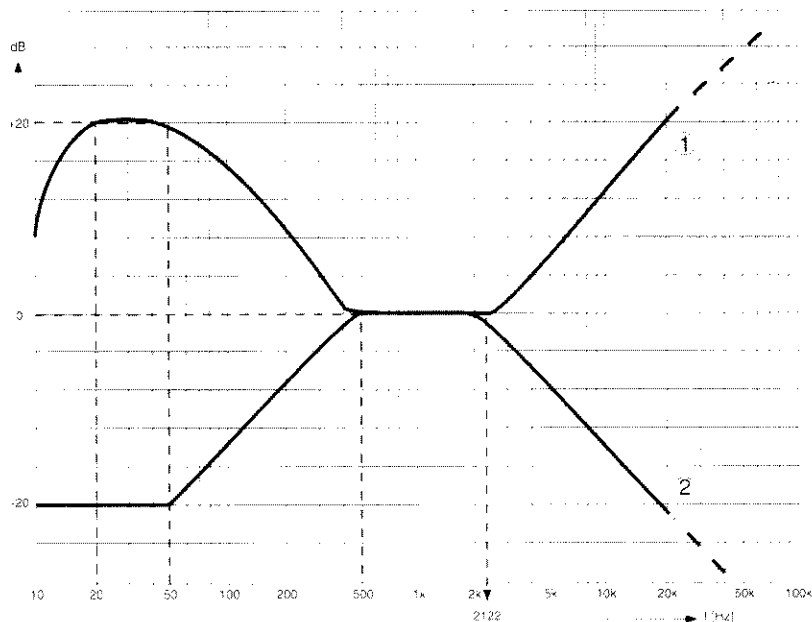
T.Giffard



Przetworniki z ruchomym magnesem dają stosunkowo duży sygnał wyjściowy, a ich optymalne warunki pracy to obciążenie rezystancją około 47k $\Omega$  z równolegle dołączoną pojemnością 200...500pF.

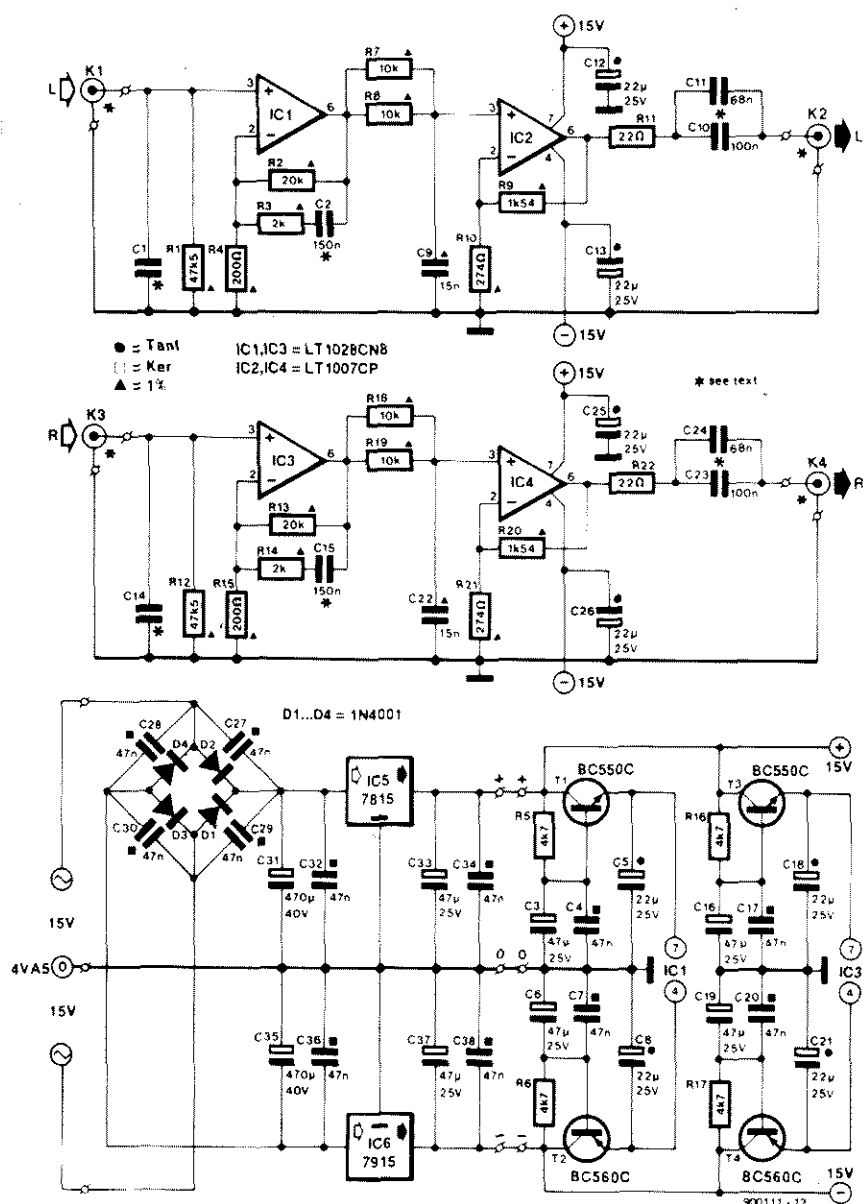
Napięcie wyjściowe przetwornika rośnie z częstotliwością (*rysunek 1*), zgodnie z charakterystyką nagrywania płyty długogrającej według normy IEC. Jest to pochodząca z 1976 roku adaptacja normy RIAA (Recording Industry Association of America). Przedwzmacniacz powinien więc mieć wartości stałych czasowych deemfazy wynoszące 8ms, 3180 $\mu$ s, 318 $\mu$ s i 75 $\mu$ s, odpowiadające punktom załamania charakterystyki dla częstotliwości 20Hz, 50Hz, 500Hz i 2120Hz. Poziomy sygnał wyjściowy jest proporcjonalny do szybkości modulacji rowka ze współczynnikiem proporcjonalności 0,8...2,0mV/cm·s, co daje około 3...10mV przy 1kHz.

Norma RIAA nie narzucała pierwszej z wymienionych stałych czasowych - 8ms. Jest ona bardzo istotna, zwłaszcza w prezentowanym przedwzmacniaczu, ponieważ tłumi bardzo niskie częstotliwości. Np. tłumienie dla 2Hz wynosi 20dB w porównaniu z normą RIAA. Użycie charakterystyki zgodnej z normą IEC, a nie RIAA oznacza, że przedwzmacniacz odtwarza płyty wykonane zgodnie z normą RIAA z podwyższonym tłumieniem bardzo niskich częstotliwości, zaś płyty tłoczone zgodnie z normą IEC odtwarzane są po-

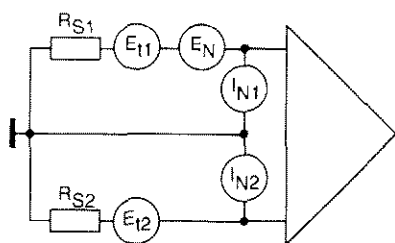


**Rys. 1. Charakterystyki częstotliwościowe tłoczenia (1) i odtwarzania (2) płyty analogowej według normy IEC 1976.**

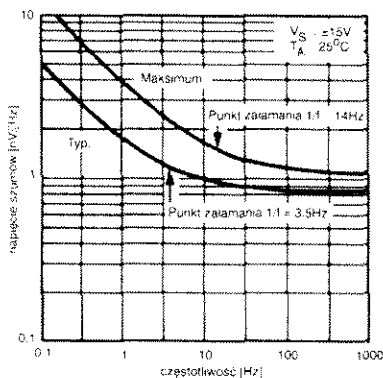




Rys. 2. Schemat elektryczny przedwzmacniacza i zasilacza stabilizowanego.



Rys. 3. Schemat zastępczy zawierający wszystkie źródła szumów występujące w przedwzmacniaczu.



Rys. 4. Wejściowe napięcie i prąd szumów w funkcji częstotliwości.

## WYKAZ ELEMENTÓW

**Rezystory** (o ile nie podano inaczej:

metalizowane, 1%)  
 R1, R12: 47,5kΩ (patrz tekst)  
 R2, R13: 20kΩ  
 R3, R14: 2kΩ  
 R4, R15: 200Ω  
 R5, R6, R16, R17: 4,7kΩ (węglowe warstwowe)  
 R7, R8, R18, R19: 10kΩ  
 R9, R20: 1,54kΩ  
 R10, R21: 274Ω  
 R11, R22: 22Ω (węglowe warstwowe)

## Kondensatory

C1, C14: 100pF (patrz tekst)  
 C2, C15: 150nF MKT (parowane)  
 C3, C6, C16, C19, C33, C37: 47μF/25V, stojące  
 C4, C7, C17, C20, C27...C30, C32, C34, C36, C38: 47nF, ceramiczne  
 C5, C8, C12, C13, C18, C21, C25, C26: 22μF/25V, tantalowe  
 C9, C22: 15nF, 1%, polistyrenowe  
 C10, C23: 100nF, MKT  
 C11, C24: 68nF, MKT (patrz tekst)  
 C31, C35: 470μF/40V, stojące

## Półprzewodniki

D1...D4: 1N4001  
 T1, T3: BC550C  
 T2, T4: BC560C  
 IC1, IC3: LT1028CN8 (Linear Technology)  
 IC2, IC4: LT1007CP (Linear Technology)

## Różne

K1...K4: pozłacane gniazda cinch audio  
 transformator lub zasilacz sieciowy, 2x15V/4,5VA  
 płytką drukowaną 900111

prawnie. Oczywiście, tolerancje elementów układów kształtujących charakterystykę częstotliwościową powinny być wąskie.

## Opis układu

Ponieważ układ jest symetryczny, omówiony zostanie tylko jeden kanał (rysunek 2). Sygnał z przetwornika jest podawany na wejście nieodwracające układu IC1. Impedancję wejściową

określają elementy C1 i R1, których zalecane wartości są zazwyczaj podawane przez producentów przetworników. Na ogół rezystancja R1 wynosi 47kΩ, a pojemność C1 leży w przedziale 200...500pF. Należy pamiętać o pojemności wnoszonej przez kabel, dodającej się do pojemności C1. Pojemność kabla wynosi zwykle 100...200pF i wartość tę należy odjąć od podanej przez producenta. Jeśli nie zostały sprecyzowane zalecenia dotyczące wartości R1 i C1, należy zastosować R1 = 47kΩ i C1 = 100pF.

Układ sprzężenia wzmacniacza IC1 ustala wzmocnienie 10V/V oraz poprawia charakterystykę w zakresie niskich częstotliwości. Korekcję charakterystyki w zakresie wysokich częstotliwości zapewniają elementy R7, R8 i C9. Obie te korekcje zapewniają spełnienie - oprócz załamania charakterystyki dla 20Hz - wymagań normy IEC.

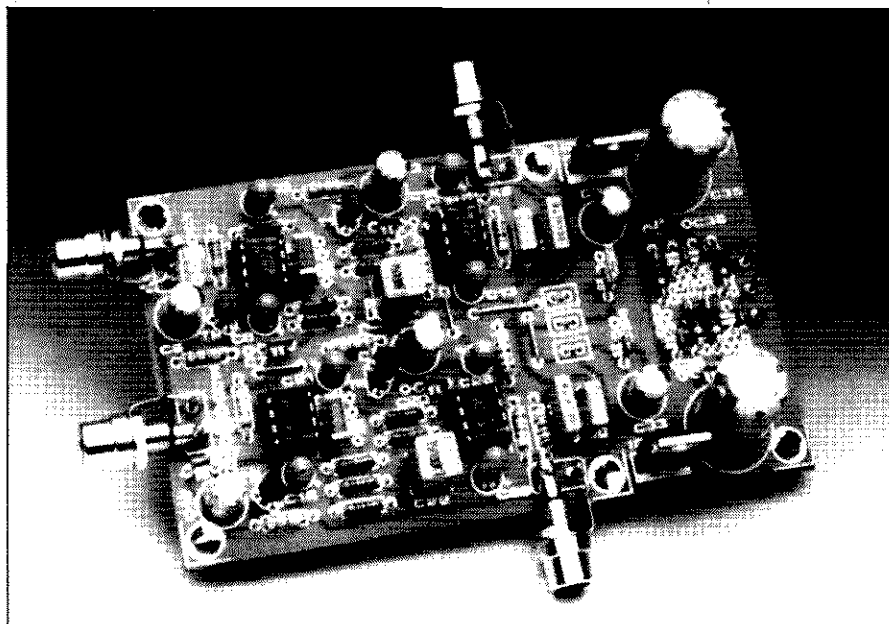
Sygnal z wyjścia IC1 trafia na wejście IC2, którego własności są identyczne z własnościami dobrze znanego wzmacniacza OP27. Wzmocnienie tego stopnia wynosi 6,5V/V. Rezystor R11 ogranicza wpływ pojemnościowego obciążenia na stabilność IC2.

Filtr 20Hz tworzą pojemności C11 i C10 oraz rezystancja wejściowa Ri (47kΩ) wzmacniacza podłączonego do gniazda K2. Wartości pojemności można obliczyć z zależności:

$$C_{10} + C_{11} = \frac{1}{40 \cdot \pi \cdot R_i}$$

Charakterystykę zgodną z RIAA otrzymuje się dla C10 = C11 = 470pF. Zasilacz przedwzmacniacza stereo zawiera 6 stopni stabilizujących napięcie. Moc transformatora wynosi około 4,5VA. Wszelkie sygnały zakłócające pochodzące z diod prostowniczych są eliminowane przez kondensatory połączone równolegle z diodami.

Napięcia ±15V pochodzące ze stabilizatorów scalonych IC5 i IC6 wymagają dodatkowego wygładzania przez stabilizatory z tranzystorami T1...T4. Tranzystory te pracują w zakresie aktywnym i działają nie jako elementy regulacyjne, ale jako filtry. Bazy tranzystorów są sterowane przez układy RC o bardzo niskich górnych częstotliwościach odcięcia (0,7Hz), co umożliwia skuteczne stłumienie pozostałości przydzwięku sieci i szumów obecnych w napięciu wyjściowych stabilizatorów IC5 i IC6.



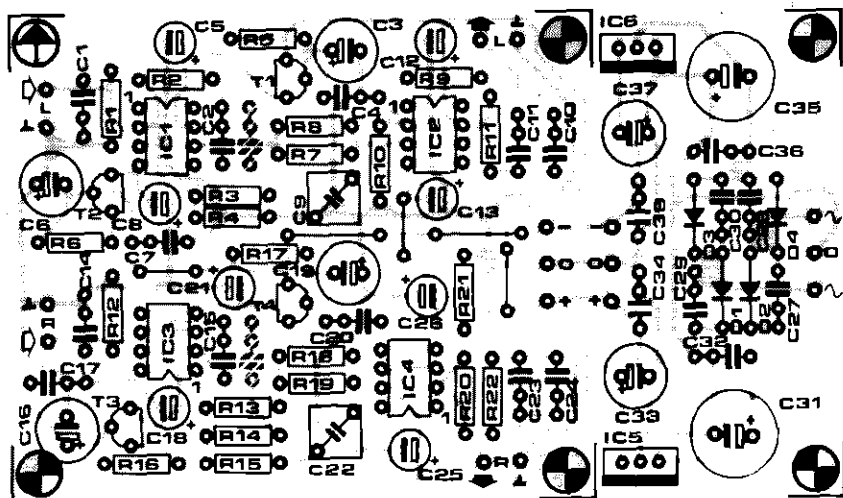
## Szumy

Współczynnik szumów nie daje pełnej informacji o poziomie szumów, które pojawiają się na wyjściu wzmacniacza. Poziom szumów determinują przede wszystkim obwody wejściowe. Równoważny schemat przedstawiony na **rysunku 3** przedstawia źródła szumów. Źródła EN, IN1 i IN2 reprezentują wszystkie źródła szumów znajdujące się wewnątrz wzmacniacza. Źródła E11 i E12 reprezentują szumy cieplne impedancji (RS1 i RS2) źródeł sterujących wzmacniacz. Poziom szumów cieplnych wynosi około 0,13√R (nV(√Hz)<sup>-1</sup>), przy czym R jest wyrażone w Ω. Jakkolwiek szumy te są poza kontrolą projektanta, niemniej jednak wpływają na własności całego układu, a zakres tego wpływu określić można dysponując znajomością poziomu szumów wprowadzanych przez sam wzmacniacz operacyjny.

Zależności EN i IN od częstotliwości przedstawia **rysunek 4**. W obydwu przypadkach można wyróżnić dwa zakresy: zakres płaskiego przebiegu charakterystyki i zakres, w którym poziom szumów maleje ze wzrostem częstotliwości. Jest tak dlatego, że zarówno wejściowe napięcie jak i prąd szumów składają się z dwóch składowych: szumu białego i szumu 1/f. Poziom szumu białego pozostaje stały w funkcji częstotliwości, natomiast poziom szumu 1/f jest odwrotnie proporcjonalny do częstotliwości. Tak więc wypadkowa krzywa jest asymptotycznie opadająca (składowa 1/f jest początkowo przeważająca), i stabilizuje się gdy składowa szumu białego staje się dominująca. Częstotliwość, dla której składowe te są sobie równe, nosi nazwę częstotliwości załamania charakterystyki szumowej.

Niekorzystne konsekwencje istnienia źródeł szumów mogą być ograniczone przez stosowanie się do poniższych zaleceń:

- impedancja źródła powinna być jak najniższa. Ograniczy to napięcia szumów powstające w wyniku przepływu prądów IN1 i IN2 przez te impedancje. Należy jednak zauważyć, że w przypadku stosowania wzmacniacza LT1028 skutki wejściowego prądu szumów są niższe od szumów cieplnych już dla impedancji źródła poniżej 20kΩ. Tym niemniej, aby sprowadzić szumy cieplne i szumy powstałe w wyniku wejściowego prądu szumów do wartości zanedbywalnej w porównaniu z wejściowym napięciem szumów, impedancja źródła powinna być niższa od 400Ω. W związku z tym firma Linear Technology uważa za celowe stosowanie wzmacniacza LT1028 tylko wtedy, gdy impedancja źródła sterującego nie przekracza 400Ω.
- punkt załamania charakterystyki szumów 1/f powinien leżeć jak najbliżej początku układu. Zapewni to bardzo dobre własności szumowe wzmacniacza nawet dla bardzo niskich częstotliwości.
- dostosować pasmo wzmacniacza do pasma sygnału. Szumy o częstotliwościach leżących poza pasmem wzmacniacza są wzmacniane



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów przedwzmacniacza na płytce drukowanej.

w mniejszym stopniu niż szumy wewnątrz pasma. Tak więc sygnał wyjściowy wzmacniacza z prawidłowo dobranym pasmem będzie zawierał mniej szumów niż w przypadku wzmacniacza o zbyt szerokim pasmie.

Wzmacniacz LT1028 znacznie ułatwia projektowanie układów niskoszumnych, niestety jednak projektant ma niewielki wpływ na impedancję źródła. Przetwornik z ruchomym magnesem ma zazwyczaj impedancję 1...2kΩ, w związku z czym nie wzmacniacz, ale przetwornik jest głównym źródłem szumów. Inaczej mówiąc, LT1028 ma zbyt wysokie parametry do tego zastosowania.

Istnieją natomiast przetworniki z ruchomą cewką, o impedancji około 200Ω, i w przypadku użycia takiego przetwornika wejściowe napięcie szumów wzmacniacza będzie miało decydujący wpływ na stosunek sygnału do szumu. W przypadku układu LT1028 poziom szumów 1/f staje się dominujący poniżej 10Hz, czyli poniżej częstotliwości pierwszego załamania charakterystyki (20Hz), a więc nie są one groźne. W przypadku przetwornika z ruchomym magnesem szumy 1/f dominują dla jeszcze niższych częstotliwości. Pozostaje pytanie: jak rozwiązać problem szumów w obrębie pasma wzmacniacza? Aby ograniczyć pasmo do niezbędnego minimum, tzn. uczynić je zgodnym z wymaganiem normy IEC i ograniczyć do minimum pasmo wzmacnianych szumów, należałoby umieścić układy kształtujące charakte-

rystykę częstotliwościową w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza. Pozostaje jeszcze do spełnienia warunek niskiej impedancji źródła, należy więc zastosować rezystory R4 i R15 o niskich rezystancjach (w prototypie 200Ω). Ponieważ wynikająca z wartości częstotliwości i rezystancji pojemność kondensatora wynosi 40μF, rozmiary kondensatora byłyby ogromne (nie może to być kondensator elektrolityczny). Filtr górnoprzepustowy o częstotliwości odcięcia 20Hz nie może być więc zrealizowany w ramach pętli sprzężenia. Również filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości odcięcia 2122Hz nie może być zrealizowany przy pomocy pętli sprzężenia, ponieważ wzmacniacz operacyjny ze sprzężeniem zwrotnym w konfiguracji nieodwracającej ma wzmocnienie nie mniejsze od 1, a więc nie można uzyskać wymaganego tłumienia najwyższych częstotliwości.

## Wykonanie

Przedwzmacniacz tak wysokiej klasy powinien być wykonany na płytce przedstawionej na wkładce. Rozmieszczenie elementów pokazano na rysunku 5. Istotnym elementem druku jest ścieżka masy oddzielająca części przeznaczone na lewy i prawy kanał. Korzystne jest także oddzielenie zasilacza od płytki przedwzmacniacza, przynajmniej jego części w lewo od tranzystorów T1...T4, które powinny być umieszczone jak najbliżej IC1 i IC3. Takie rozwiązanie umożliwia

zasilanie różnymi napięciami zmiennymi. Przedwzmacniacz pracuje poprawnie z napięciami zasilania od ±7,5V do ±20V. Sprawą zasadniczą jest oddalenie transformatora czy stabilizatora sieciowego od płytki przedwzmacniacza. Jeśli np. przedwzmacniacz jest wykonany jako samodzielne urządzenie we własnej metalowej obudowie, transformator należy także zamknąć w obudowie metalowej i ułożyć z dala od przedwzmacniacza. Kable łączące przedwzmacniacz i przetwornik powinny być jak najkrótsze. Dobrze rozwiązanie to umieszczenie przedwzmacniacza w obudowie gramofonu.

Montaż elementów na płytce jest prosty, ale wymaga bardzo starannego lutowania. Pierwszą czynnością jest pocynowanie ścieżki masy. Elementy wymagające szczególnej uwagi to:

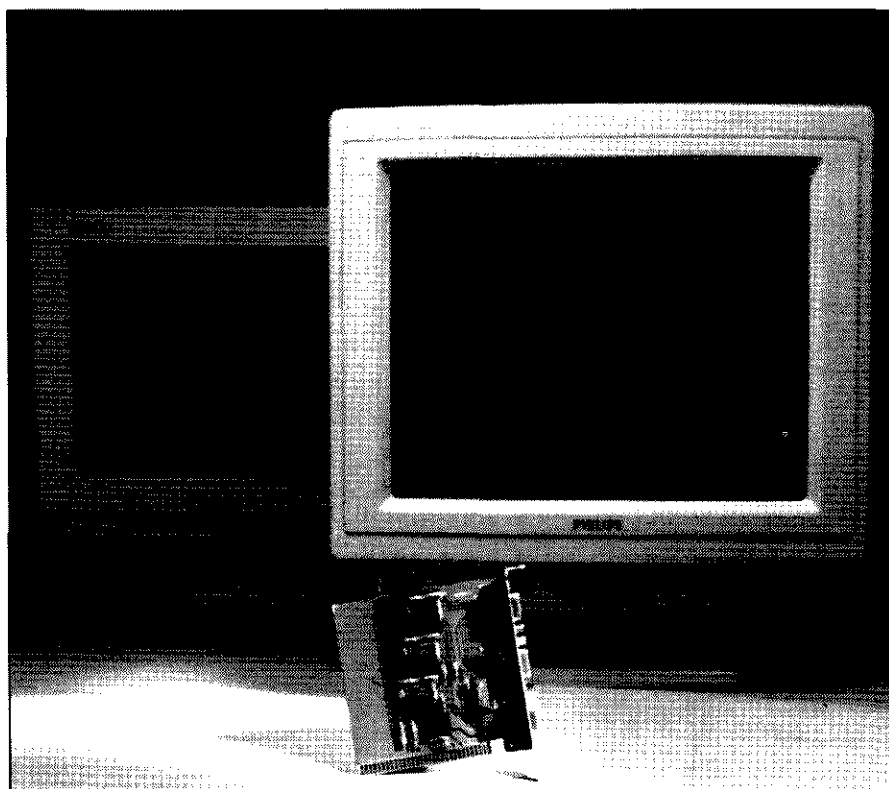
- 1) R1, C1, R12 i C14, które zapewniają właściwe obciążenie przetwornika. Ich wartości powinny być określone przez producenta przetwornika. Aby uzyskać wartość pojemności kondensatora, należy odjąć od wyspecyfikowanej pojemności obciążenia pojemność kabla. Jeśli producent nie określił optymalnych parametrów obciążenia przetwornika, należy zastosować wartości podane w wykazie elementów.
- 2) C2 i C15 - należałoby użyć kondensatorów polistyrenowych o tolerancji 1%, byłyby one jednak tak duże, że zdecydowano zastosować kondensatory poliestrowe metalizowane MKT. Muszą być one starannie dobrane, by zapewnić właściwe warunki pracy układu. Należy w tym przypadku unikać długotrwałego lutowania, ponieważ pojemność tych kondensatorów ulega zmianie wskutek przegrzania.
- 3) C11, C10, C23 i C24, które wraz z wejściową impedancją wzmacniacza podłączonego do gniazd K2 i K4 tworzą filtr górnoprzepustowy 20Hz. Ich wartości można wyznaczyć z zależności:

$$C_{10} + C_{11} = C_{23} + C_{24} = \frac{1}{40 \cdot \pi \cdot R_i}$$

Mozaika płytki umożliwia użycie dwóch kondensatorów połączonych równolegle.

Istotne jest, aby wymienione wyżej kondensatory były jednakowe w obu torach. Jako kondensatory C2 i C15 lepsze byłyby więc dwa elementy o jak najbardziej zbliżonych pojemnościach, niekoniecznie równych dokładnie 150nF. ■

# WZMACNIACZ DYSTRYBUCYJNY VGA



**Artykuł przedstawia wzmacniacz dystrybucyjny do kart VGA, który umożliwi współpracę komputera PC z dwoma monitorami. Dzięki temu jest możliwe przeprowadzenie, na przykład, niewielkiego pokazu, w którym obraz z komputera jest prezentowany na monitorze lokalnym i monitorze umieszczonym z dala od komputera. Umożliwia on także stosowanie dłuższych niż w rozwiązaniach standardowych połączeń kablowych między komputerem a monitorem.**

K. Walraven, na podstawie danych Sontronic

Wszystko przedstawia się niezwykle prosto: włączyć wtyk DB15, którym jest zakończony kabel monitora, w gniazdo karty VGA komputera PC i na ekranie odtwarzany jest sygnał video. W wielu sytuacjach jednakże przestaje to być aż tak banalne. Problemy z pewnością pojawiają się wówczas, gdy karta VGA powinna współpracować z więcej niż jednym monitorem lub gdy połączenie kablowe komputer-monitor będzie musiało z wielu względów być zrealizowane na odległość powyżej 10m. Aby obraz był dobrej jakości, poziom sygnału video powinien mieścić się w przedziale 0,75...1,0V<sub>pp</sub>, sygnał nie może być zaszumiony, a zbocza impulsów powinny

zachować odpowiednią szybkość narastania i opadania. Oprócz trzech sygnałów analogowych RGB przesyłane są także jeden lub dwa sygnały synchronizujące. Są to sygnały w standardzie TTL, o znacznie niższej częstotliwości niż sygnały video, rzadko przekraczającej 100kHz.

Większość monitorów VGA synchronizowana jest sygnałem kombinowanym, ale istnieją również takie, które wymagają podania oddzielnie sygnału synchronizacji pionowej i poziomej. W przypadku wielu kart VGA kombinowany sygnał synchronizacji jest podawany na wyprowadzenie sygnału synchronizacji poziomej.

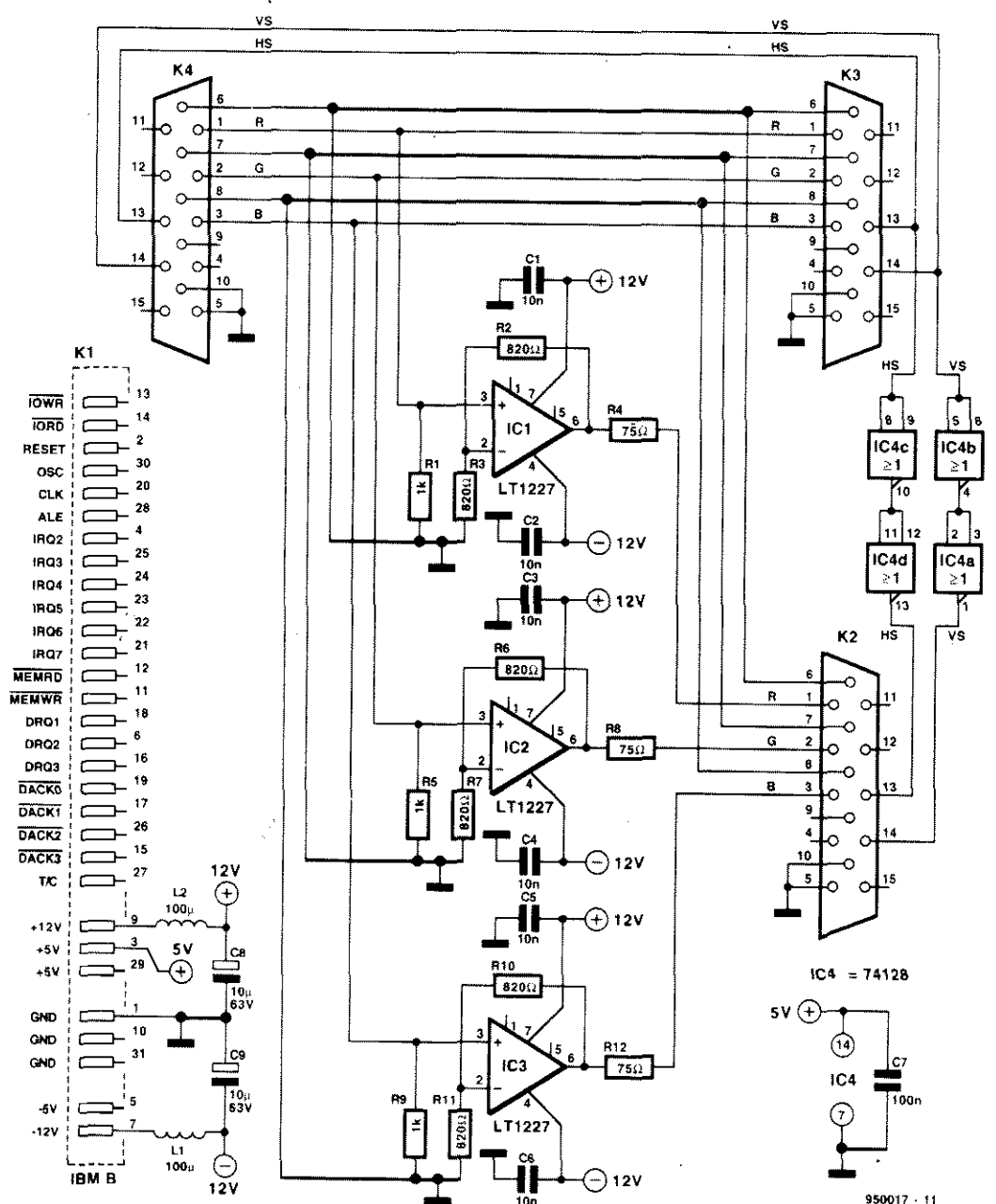
## Praktyka

Parametry sygnału na wyjściu video karty VGA lub SVGA spełniają wszelkie wymagania w sytuacjach standardowych. Jeśli jednak dwa monitory zostaną połączone równolegle do wyjścia takiej karty, wówczas ze względu na obniżoną impedancję obciążenia nastąpi spadek poziomu sygnału do wartości 2/3 poziomu nominalnego. Jeśli do tego zastosowany będzie długi kabel, obecność pojemności rozproszonej spowoduje pogorszenie stromości zboczy, spadek poziomu sygnału oraz ewentualnie pogorszenie jakości obrazu spowodowane przez szumy.

Współczesne karty video dają sygnał w pasmie znacznie powyżej 100MHz, co zapewnia bardzo dobrą ostrość obrazu (SVGA). Nie jest więc zaskakujące, że parametry łącza monitor-komputer mają znaczny wpływ na jakość obrazu. Przedstawiany wzmacniacz dystrybucyjny VGA zapewnia właściwe buforowanie sygnałów video i ogranicza wyżej wymienione niekorzystne efekty. Transmisja sygnałów video o tak wysokich częstotliwościach stawia wysokie wymagania wobec łącza monitor-komputer. Należy uwzględnić impedancję obciążenia wzmacniacza video, własności kabla, dopasowanie impedancji wyjściowej wzmacniacza i wejściowej układu monitora. Aby spełnić wszystkie wynikające stąd wymagania, w torach sygnałów RGB zastosowano szybki wzmacniacz operacyjny LT1227. Jest to wzmacniacz ze sprzężeniem prądowym, produkowany przez firmę Linear Technology, a jego szczególną właściwość stanowi praktycznie niezależne od wzmocnienia pasmo przenoszenia. LT1227 ma pasmo 140MHz, zaś jego tańsza wersja - LT1252 - ma także budzące respekt pasmo 100MHz. Krótkie informacje o wzmacniaczach ze sprzężeniem prądowym zawiera ramka.

## Układ

Schemat elektryczny wzmacniacza dystrybucyjnego VGA przedstawia rysunek 1. Ponieważ układ będzie wykorzystywany do współpracy z kom-



**Rys. 1. Ten układ pozwala na współpracę komputera PC z większą liczbą monitorów.**

puterem PC, płytka drukowana wzmacniacza została wykonana jako karta rozszerzeniowa. Pozwala to uniknąć dodatkowych zewnętrznych połączeń kablowych, prowadzi także do oszczędności, jeśli chodzi o zasilanie, a przy tym wzmacniacz pozostaje w komputerze. Jeśli ktoś posiada komputer innego typu niż IBM PC, kartę należy umieścić w oddzielnej obudowie wraz z odpowiednim zasilaczem.

Sygnal video pochodzący z karty VGA podawany jest na złącze K4 karty wzmacniacza. Monitor usytuowany w pobliżu komputera podłączony jest

do gniazda K3 karty wzmacniacza, które powinno być zawsze wykorzystane (obciążone). Gniazdo K2, do którego jest dostarczany buforowany sygnał video, przeznaczone jest do współpracy z monitorem oddalonym od komputera.

Cyfrowe sygnały synchronizujące HS (synchronizacja pionowa) i VS (synchronizacja pozioma) podawane są bezpośrednio na odpowiednie kontakty gniazda K3. Przed doprowadzeniem do gniazda K2 sygnały HS (kontakt 13) i VS (kontakt 14) są buforowane odpowiednio przez bramki IC4c, IC4d oraz IC4b i IC4a. Bramki układu

74128 pracują z obciążeniem 75Ω. Ponieważ wejścia sygnałów synchronizacji większości monitorów mają wysoką impedancję, niska impedancja wyjściowa bramek zapewnia odpowiedni poziom sygnału.

Wszystkie sygnały video RGB są w identyczny sposób kształtowane przy pomocy wzmacniaczy ze sprzężeniem prądowym. Sygnal R, podany na kontakt 1 gniazda K4, przekazywany jest bezpośrednio na gniazdo K3, a podłączony do tego gniazda monitor zapewnia prawidłowe obciążenie linii. Aby w jak najmniejszym stopniu zmienić impedancję obciążenia li-



## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R5, R9: 1k $\Omega$

R2, R3, R6, R7, R10, R11: 820 $\Omega$

R4, R8, R12: 75 $\Omega$

### Kondensatory

C1...C6: 10nF

C7: 100nF

C8, C9: 10 $\mu$ F/63V, leżące

### Indukcyjności

L1, L2: 100 $\mu$ H

### Półprzewodniki

IC1...IC3: LT1227 (Linear Technology)

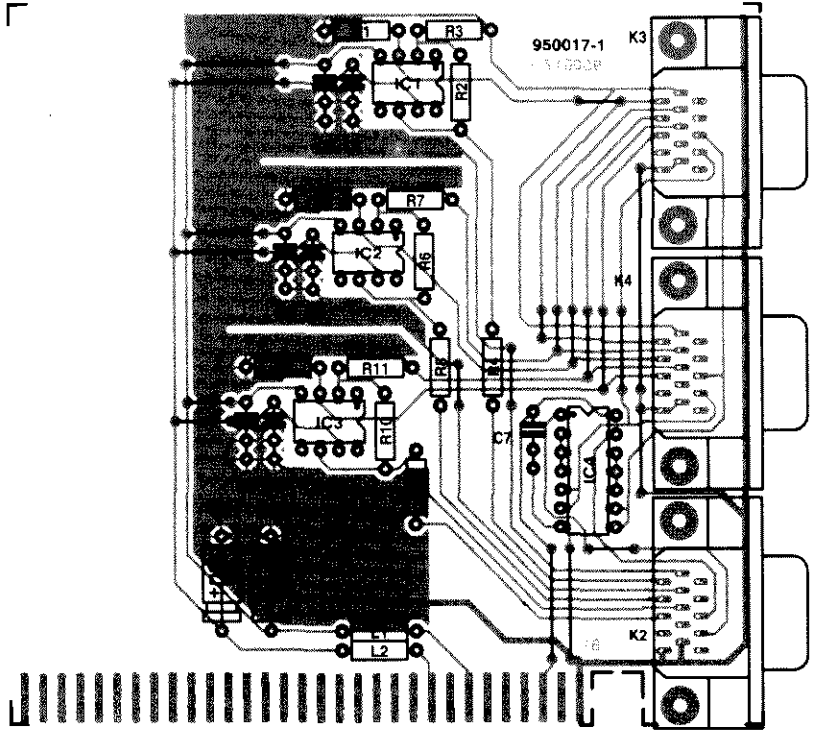
### Różne

K2, K3, K4: 15-kontaktowe kątowe gniazdo sub-D, do montażu na płytce

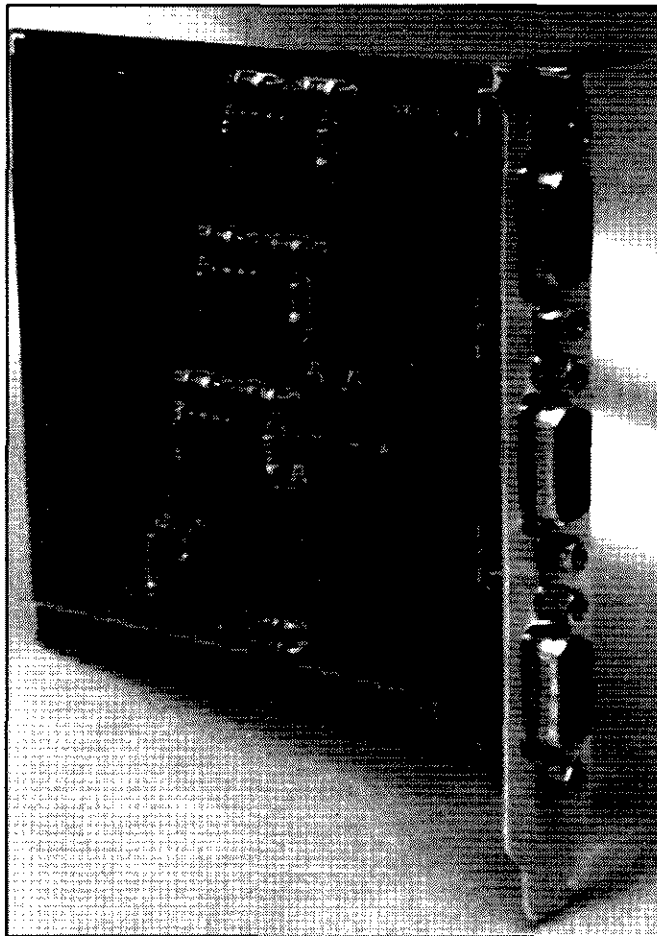
"śledź" do karty rozszerzeniowej KHPC-O-071 (Fischer)

płytką drukowaną, nr kodu 950017-1

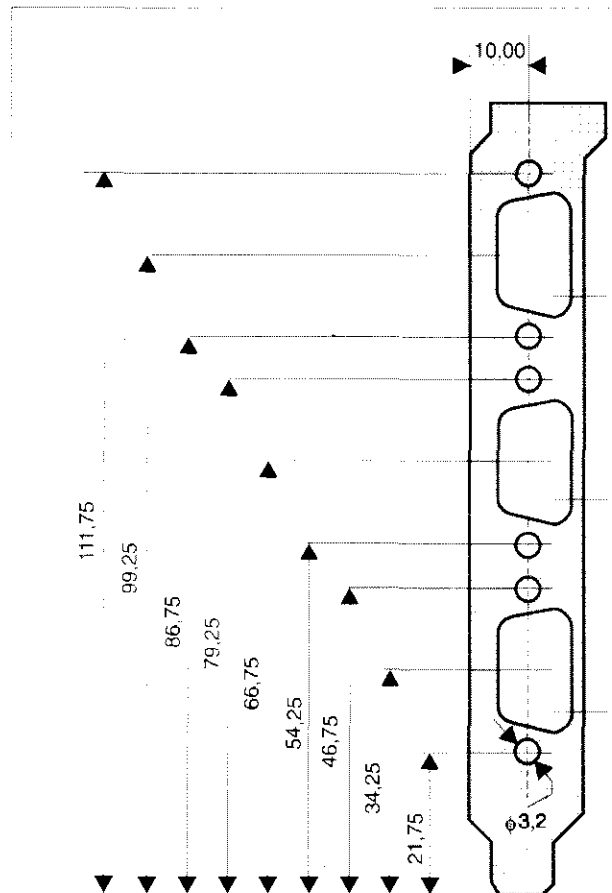
nii, wzmacniacz video ma stosunkowo wysoką impedancję wejściową - około 1k $\Omega$ . Impedancja taka w niewielkim stopniu wpływa na obciążenie linii, natomiast zapewnia połączenie z masą. Jest ono niezbędne z tego powodu, że do gniazda K3 może być podłączony monitor z wejściem zmiennoprądowym - w tym przypadku przy braku rezystora 1k $\Omega$  poziom na wejściu wzmacniacza video byłby nieokreślony.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na jednostronnej płytce wzmacniacza dystrybucyjnego video.



Rys. 3. Widok prototypu wzmacniacza dystrybucyjnego.

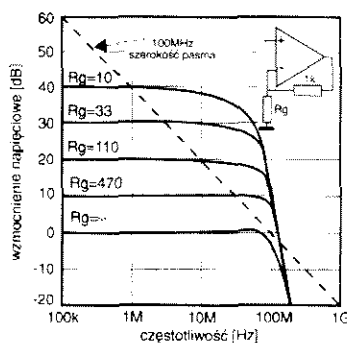


Rys. 4. Szablon do wykonania otworów pod gniazda w śledziu karty.

## Wzmacniacze ze sprzężeniem prądowym

Wzmacniacze ze sprzężeniem prądowym są przedstawiane często jako najnowsze osiągnięcie o doskonałych własnościach. Okazuje się jednak, że rozwiązanie to nie jest wcale nowe, a istniejące argumenty przemawiające za stwierdzeniem, że sprzężenie prądowe jest wcześniejsze niż napięciowe. Zasada sprzężenia prądowego jest znana od ponad 55 lat i została po raz pierwszy zastosowana przez Williama R. Hewletta w jego słynnym generatorze sinusoidalnym z roku 1939. Sprzężenie katodowe, odpowiednik współczesnego sprzężenia prądowego z epoki lamp elektronowych, było techniką szeroko stosowaną w układach w.c.z. w latach 30, 40 i 50, i to z całkiem prozaicznego powodu - nie było innej elektrody, do której można byłoby doprowadzić sygnał sprzężenia.

Różnice między sprzężeniem prądowym i napięciowym są niewielkie i w wielu przypadkach trudno jest je rozróżnić. Oznaczenia używanych wzmacniaczy są takie same, a równania wykorzystywane do wyznaczania charakterystyki częstotliwościowej są identyczne. Różnice między układem ze sprzężeniem napięciowym i prądowym stają się natychmiast widoczne, gdy spojrzy się na pasmo wzmacniacza i ich odpowiedź na sygnały o dużych amplitudach. W przypadku sprzężenia prądowego pasmo nie jest odwrotnie proporcjonalne do wzmocnienia, natomiast w przypadku sprzężenia napięciowego szerokość pasma liniowo maleje ze wzrostem wzmocnienia układu z zamkniętą pętlą. Układy ze sprzężeniem prądowym są całkowicie wolne od tej wady.



Ostatnio pojawiły się na rynku elektronicznym wzmacniacze ze sprzężeniem prądowym ogólnego stosowania, dostępne po niewygórowanych cenach. Ich poważną wadę stanowią bardzo słabe w porównaniu ze zwykłymi wzmacniaczami parametry stałoprądowe. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności, w wielu przypadkach nie jest to istotne i wzmacniacze ze sprzężeniem prądowym mogą być tam z pożytkiem stosowane.

Wzmacniacz IC1 pracuje w konfiguracji nieodwracającej ze wzmocnieniem napięciowym 2V/V, określonym przez wartości rezystorów R2 i R3. Zastosowane wartości zapewniają pasmo 75MHz w przypadku wzmacniacza LT1227 oraz 66MHz w przypadku LT1252. Nierównomierność charakterystyki w pasmie wynosi tylko 1dB. Aby zapewnić taki sam poziom sygnału jak w gnieździe K4, do wyjścia wzmacniacza dołączono rezystor szeregowy 75Ω. Należy pamiętać, że wzmocnienie wzmacniacza wynosi 2V/V, a zastosowanie rezystora daje dwukrotny podział sygnału wyjściowego przy podłączeniu monitora o impedancji wejściowej 75Ω. Kondensatory C1 i C2 odsprężają napięcie zasilania.

Wzmacniacze są zasilane przez złącze krawędziowe K4 napięciami pochodzącymi z komputera. Sieci LC z elementami L1-C9 oraz L2-C8 eliminują szumy i zakłócenia impulsowe z napięć zasilania.

## Wykonanie

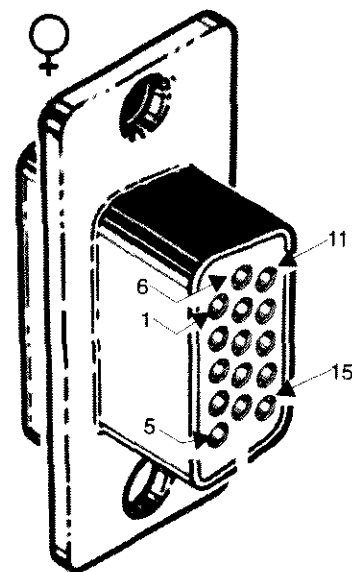
Wzmacniacz najwygodniej jest zbudować na płytce, której mozaika ścieżek została pokazana na wkładce. Rozmieszczenie elementów przedstawione jest na **rysunku 2**. Szablon ułatwiający wycięcie otworów pod gniazda K2, K3 i K4 przedstawia **rysunek 4**. Przed rozpoczęciem montażu należy upewnić się, czy wymiary karty umożliwiają włożenie jej do komputera - dotyczy to zwłaszcza starszych typów PC, w których odstęp między gniazdami rozszerzeniowymi może być za mały. Montaż należy rozpocząć od zwor i gniazd. W przypadku trudności ze zdobyciem układu 74128 można zastosować układ 74LS02 (nie zaleca się tu używania układów z serii HCT lub HC). Po zakończeniu montażu należy dokonać weryfikacji jego prawidłowości, po czym wstawić kartę w gniazdo rozszerzeniowe komputera. Wyjście video karty VGA należy połączyć z gniazdem K4 karty wzmacniacza. Powinien to być krótki kabel "1 do 1", zakończony "męskimi" wtykami z obu stron (dostępny w handlu). Monitor stanowiący całość z komputerem należy podłączyć do gniazda K3, natomiast monitor "oddalony" - do gniazda K2. Aby zapewnić detekcję kodu identyfikacyjnego monitora należy połączyć kontakty 4, 11 i 12 gniazd K3 i K4. Monitor podłączony do gniazda K3 narzuca tryb pracy karty video. Po włączeniu zasilania komputera na obu

monitorach powinien pojawić się stabilny i wyraźny obraz.

Jeśli planowane jest wykorzystywanie więcej niż dwóch monitorów, należy wykonać więcej kart wzmacniacza VGA. Gniazdo K4 karty poprzedzającej powinno być połączone z gniazdem K3 następnej karty, a lokalny monitor należy podłączyć do gniazda K3 ostatniej karty. Takie kaskadowe połączenie kart umożliwi podłączenie jednego dodatkowego monitora do każdej karty.

Jeśli dopuszczalne jest pewne pogorszenie jakości, można podłączyć trzeci monitor do karty, wyprowadzając sygnały RGB przez rezystory 75Ω oraz sygnały synchronizacji na dodatkowe gniazdo. To rozwiązanie obniża około dwukrotnie pasmo sygnału video, ale jakość obrazu na ekranie zwykłego monitora VGA w dalszym ciągu będzie zadawalająca.

Wzmacniacz dystrybucyjny pobiera 30mA prądu. Temperatura wzmacniaczy operacyjnych wzrasta po pewnym czasie, ale jest to zjawisko normalne. ■



kontakt	sygnał	kontakt	sygnał
1	R (0 - 0.7V)	11	identyfikacja monitora (0) - wejście
2	G (0 - 0.7V)	12	identyfikacja monitora (1) - wejście
3	B (0 - 0.7V)	13	wyjście sygnału synchronizacji poziomej
4	identyfikacja monitora (2) - wejście	14	wyjście sygnału synchronizacji pionowej
5	masa	15	zarezerwowane
6	powrót sygnału H		
7	powrót sygnału G		
8	powrót sygnału B		
9	niewykorzystane		
10	powrót sygnału synchronizacji		

**Rys. 5. Oznaczenia kontaktów gniazda VGA/SVGA**

# PRZETWORNICA DC-DC

*W wielu przypadkach niezbędne jest wyższe napięcie niż to, którego dostarcza akumulator samochodowy. W takich sytuacjach na pewno pomoże układ podwajający napięcie stałe. Istnieje kilka specjalizowanych układów wykorzystywanych w przetwornicach napięcia stałego na napięcie stałe. W prezentowanym urządzeniu zastosowano akustyczny wzmacniacz stereofoniczny (!) firmy SGS Thomson, w konfiguracji układowej odbiegającej od jego typowych zastosowań.*

W. Zeiller

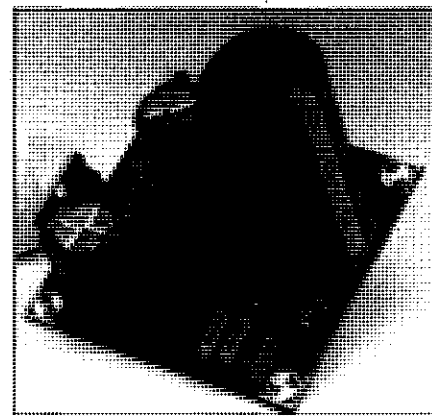
Schemat elektryczny przetwornicy przedstawia **rysunek 1**. Stałe napięcie wejściowe jest podawane na złącze K2, natomiast dwukrotnie od niego wyższe napięcie wyjściowe dostępne jest na złączu K1. Podczas gdy jednym z podstawowych wymagań stawianych wzmacniaczowi akustycznemu jest brak skłonności do wzbudzenia się, w przetwornicy oba wzmacniacze znajdujące się w układzie scalonym pracują w układzie astabilnym, generując przebiegi prostokątne o częstotliwości około 5 kHz. Częstotliwość i współczynnik wypełnienia przebiegów są determinowane wartościami elementów C1...C4.

Zasada działania układu jest prosta: jeśli na wyjściu jednego ze wzmacniaczy (np. na wyprowadzeniu 10) napięcie jest niskie, kondensator C5 jest ładowany przez diodę D1 do napięcia zbliżonego do napięcia zasilania. Jeśli następuje zmiana stanu przerywnika i napięcie na wyprowadzeniu 10 zmienia się na wysokie, zmiana napięcia dodaje się do napięcia panującego na kondensatorze C5, a podwyższone napięcie przez diodę D2 ładuje kondensator C6. Napięcie na kondensatorze C6 jest więc zmieniającym się skokowo napięciem o wartości szczytowej równej w przybliżeniu podwojonej wartości wejściowego napięcia stałego. Napięcie to spada przy spadku napięcia na wyprowadzeniu 10 układu. Drugi wzmacniacz działa w analogiczny sposób, tyle że w przeciwnym kierunku. Oznacza to, że spadkowi napięcia na wyprowadzeniu 10 towarzyszy wzrost napięcia na wyprowadzeniu 8. Jeśli więc napięcie na kondensatorze C5 zaczyna spadać, kondensator C7

jest ładowany do napięcia bliskiego podwojonemu napięciu wejściowemu. Ponieważ napięcie na kondensatorze C7 jest także wykorzystywane do ładowania kondensatora C6 (przez diodę D3), napięcie na C6 zostaje wygładzone.

W ten sposób osiągnięto założony cel: napięcie na kondensatorze C6 jest w przybliżeniu równe podwojonemu napięciu zasilania i nie wykazuje przy tym tętnień.

Oczywiście, na diodach D1...D4 występuje pewien spadek napięcia, występuje on również na tranzystorach wyjściowych wzmacniaczy układu scalonego znajdujących się w stanie nasycenia, ale spadki te nie powodują



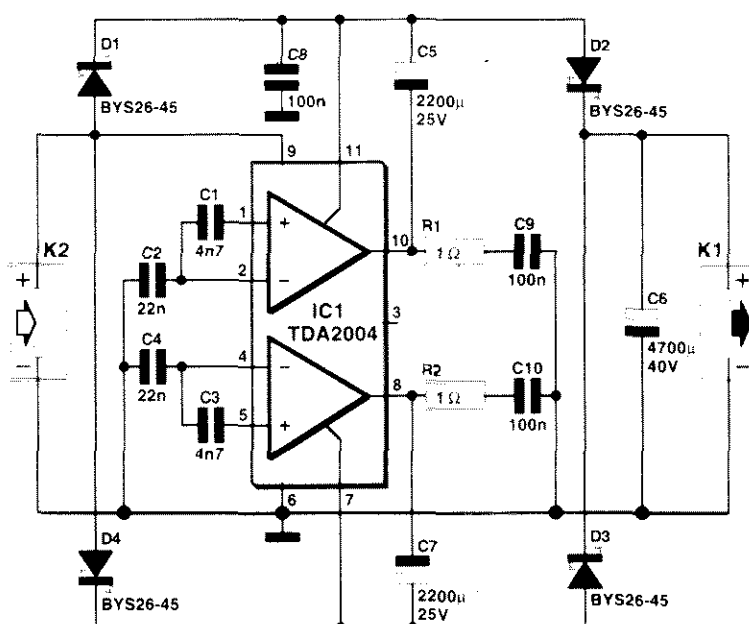
istotnego obniżenia wartości napięcia wyjściowego.

Pary elementów R1-C9 i R2-C10 zapewniają stabilność wzmacniaczy akustycznych.

## Wykonanie

Do realizacji przetwornicy zaproponowano płytkę, na której rozmieszczono elementy jak na **rysunku 2**. Mozaikę ścieżek tej płytki zamieszczono na wkładce.

Wykonanie przetwornicy jest bardzo proste. Zamiast diod Schottky'ego, wyspecyfikowanych jako D1...D4, można użyć typowych diod prostowniczych o prądzie 5A, ale oczywiście wystąpią



Rys. 1. Schemat elektryczny podwajającej napięcie przetwornicy DC/DC.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R2: 1Ω

### Kondensatory

C2, C4: 22nF

C5, C7: 2200μF/25V, stojący

C6: 4700μF/40V, stojący

C8...C10: 100nF

C1, C3: 4,7nF

### Półprzewodniki

D1...D4: BYS26-45 (diody Schottky'ego)

IC1: TDA2004 (SGS Thomson)

### Różne

K1, K2: złącze 2-przewodowe, raster 7,5mm  
radiator 5KW<sup>-1</sup> (np. SK106)

wtedy większe spadki napięcia na tych diodach. Jeśli więc pożądane jest, by napięcie wyjściowe było jak najbliższe podwojonej wartości napięcia wejściowego, należy zastosować diody Schottky'ego.

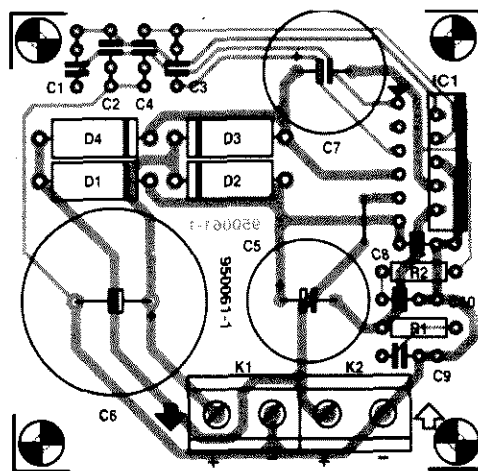
Temperatura układu scalonego może znacznie się podnieść, zależnie od prądu obciążenia. Jest to całkowicie zrozumiałe - pobór prądu o natężeniu 1A przy napięciu zasilania 24V oznacza moc powyżej 20W. Zakładając bardzo wysoką sprawność przetwornicy, sięgającą 80%, w układzie scalonym tracone jest co najmniej 4W mocy, musi być on zatem wyposażony w zewnętrzny radiator (5KW<sup>-1</sup>).

Jeśli mający 3,7mm średnicy otwór w radiatorze IC1 zostanie rozszerzony do średnicy 4mm, do przymocowania radiatora można użyć mosiężnego kołka M4, który stanowi znacznie lepszy przewodnik ciepła niż stosowany zwykle stalowy kołek M3, a ponadto jest niewrażliwy na działanie pól magnetycznych.

Zdjęcie na winiecie przedstawia zmontowaną płytkę prototypu.

Rodzaj obudowy jest zależny w dużym stopniu od przewidywanego zastosowania, płytkę można także umieścić w obudowie innego urządzenia. Zasadniczym ograniczeniem jest konieczność zapewnienia odpowiednich warunków chłodzenia układu scalonego. Należy pamiętać, że nadmierny wzrost temperatury IC1 spowoduje zadziałanie wewnętrznych układów zabezpieczających i spadek napięcia wyjściowego.

Wyniki pomiarów przeprowadzonych przy zasilaniu z akumulatora o napięciu 12V są następujące: przy prądach obciążenia nie przekraczających 200mA wartość napięcia wyjściowego wynosiła 23,5V, zaś napięcie wyjściowe powoli spadało ze wzrostem prądu obciążenia: 22,3V przy 1A i 20,7V przy 1,4A. Ostatnie dwie wartości od-



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce przetwornicy.

powiadają granicy możliwości urządzenia - moc wyjściowa wynosi wtedy około 29W. Sprawność przetwornicy wynosiła zawsze powyżej 80%, a w przypadku prądu obciążenia o natężeniu 1A była równa 85,5%. Przy napięciu wejściowym 12V spo-

czynkowy pobór prądu wynosił około 130mA. W przypadku niewielkiego akumulatora pobór ten należy uwzględnić, w przypadku akumulatora samochodowego jest on bez znaczenia. ■

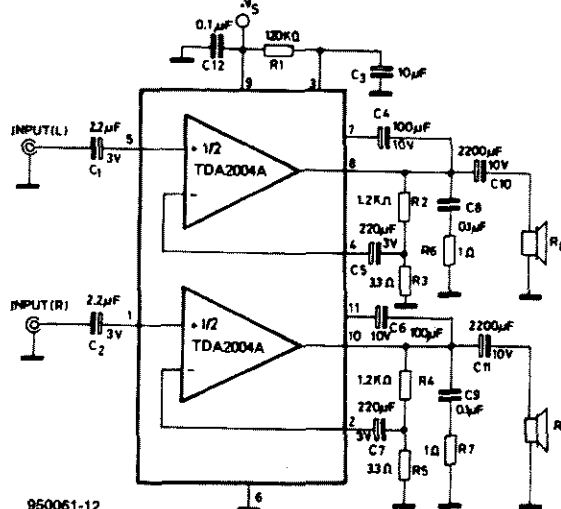
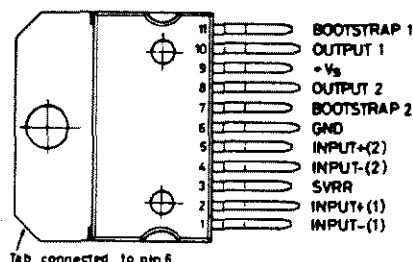
## Układ TDA2004

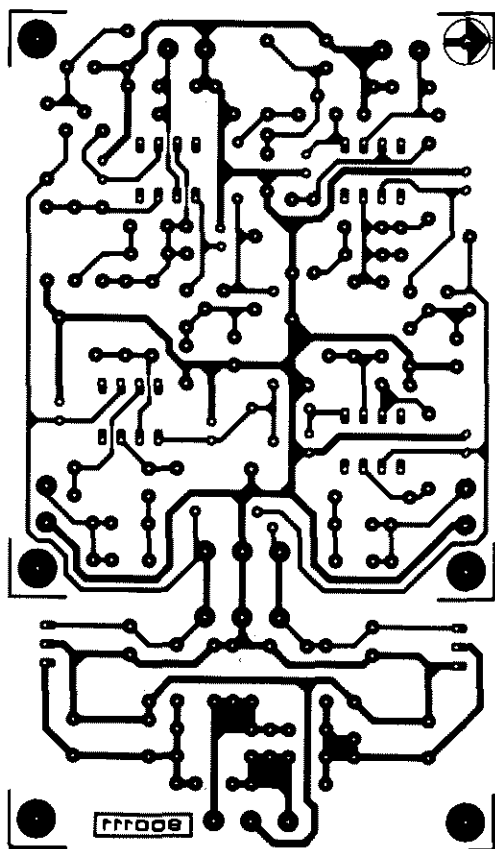
Zastosowany w przetwornicy układ TDA2004 - scalony akustyczny wzmacniacz mocy klasy B - został opracowany z myślą o zastosowaniu w samochodowym sprzęcie audio.

Zasilany z akumulatora 12V dostarcza do 2x10W mocy wyjściowej. Układ wymaga niewielu elementów zewnętrznych, natężenie maksymalnego prądu wyjściowego wynosi 3,5A, może współpracować z niskimi opornościami obciążenia - od 1,6Ω.

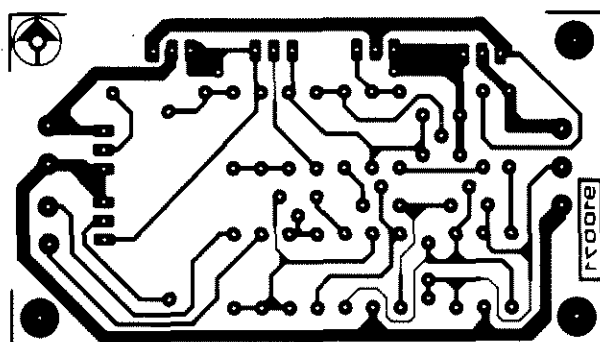
Układ zamknięty jest w obudowie Multiwatt o jedenastu wyprowadzeniach, która nie musi być izolowana galwanicznie od zewnętrznego radiatora. Jego niezawodność jest wysoka dzięki wyposażeniu w wiele różnorodnych zabezpieczeń: przeciwzwarciowe, termiczne, przed skutkami obciążeń indukcyjnych itd.

Rysunek przedstawia oznaczenia wyprowadzeń oraz typowy układ aplikacyjny stosowany w samochodowych odbiornikach radiowych,

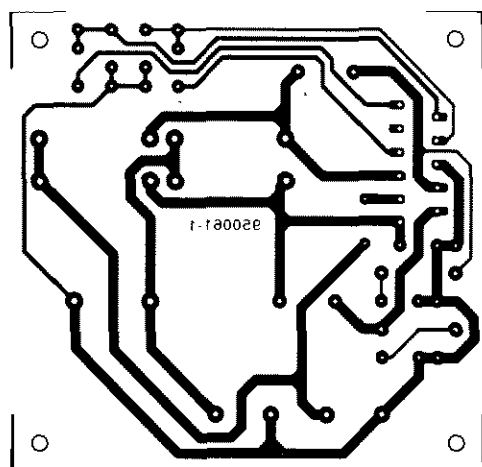




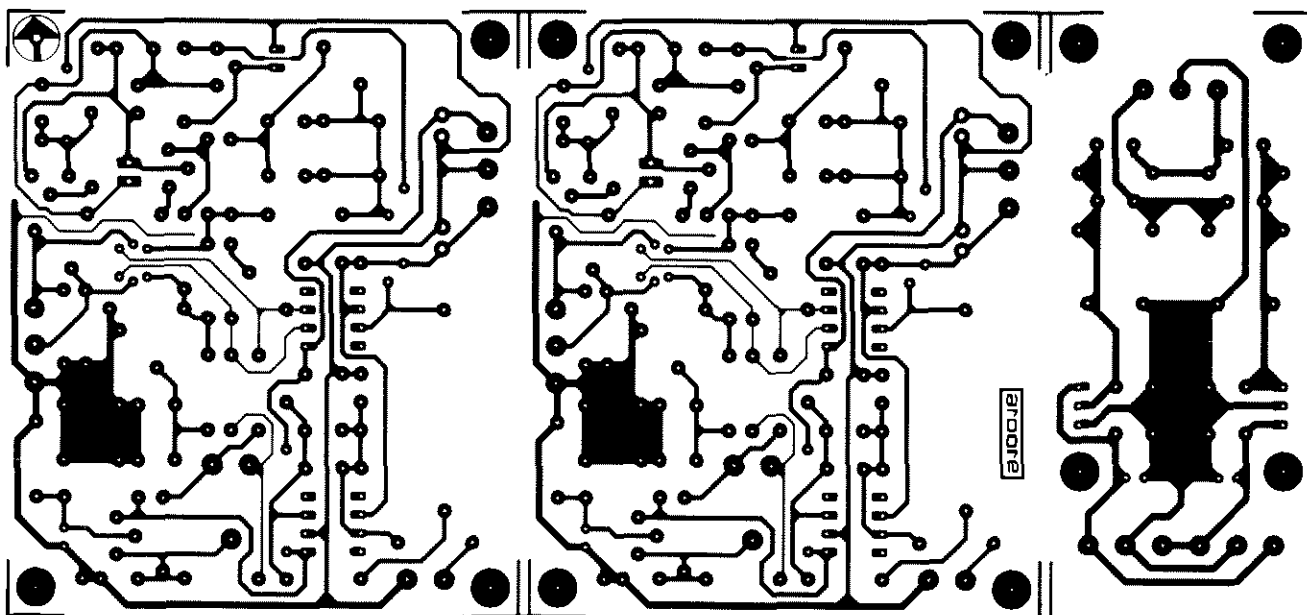
*Przedwzmacniacz do gramofonu  
z ruchomym magnesem*



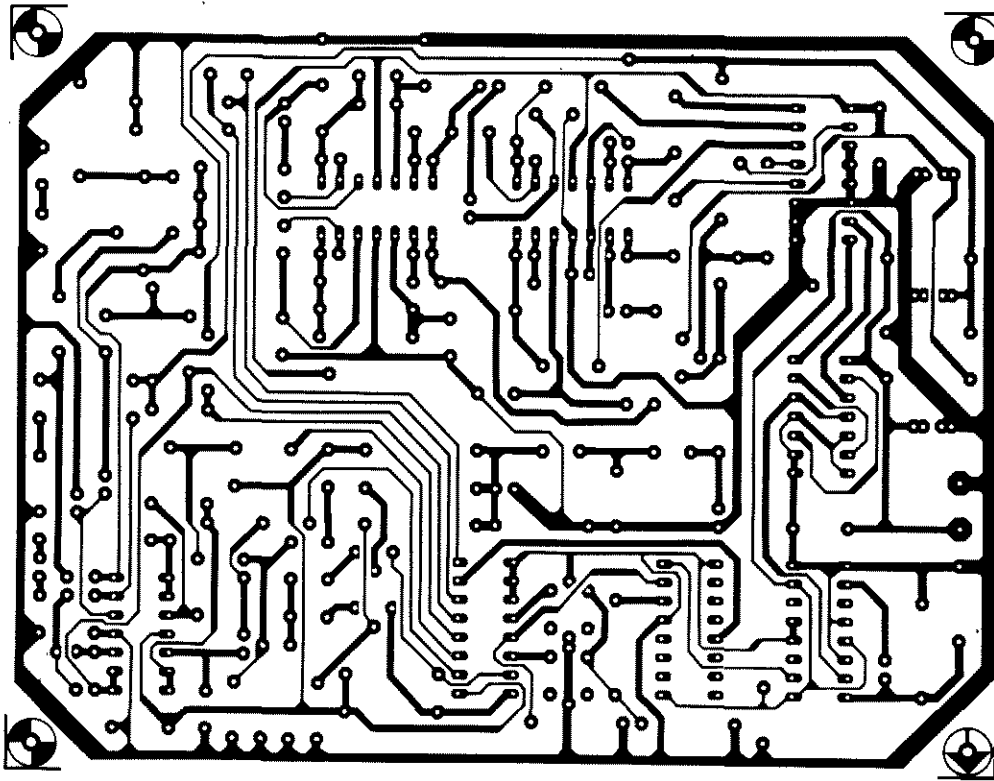
*Ogranicznik strat mocy  
w zasilaczach stabilizowanych*



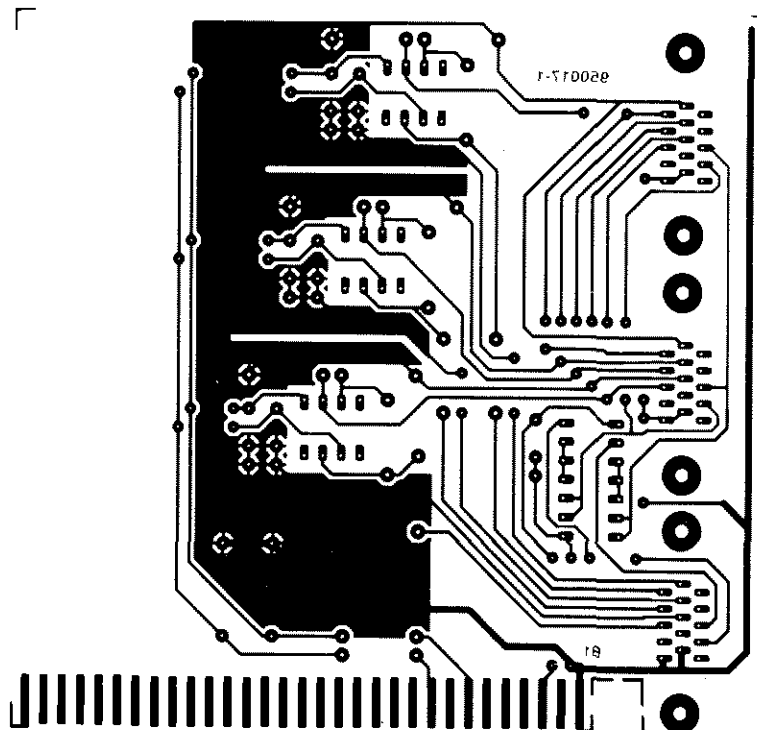
*Przetwornica  
DC-DC*



*Przedwzmacniacz do gramofonu  
z ruchomą cewką*



Scrambler audio



Wzmacniacz dystrybucyjny VGA



# MAX 471/472

## WZMACNIACZE STEROWANE PRĄDOWO

Układy Max 471/472 są to kompletne dwukierunkowe wzmacniacze sterowane prądem od strony nieziemionej, przeznaczone do przenośnych komputerów, telefonów i innych urządzeń, wymagających monitorowania prądu zasilania z akumulatora lub z sieci. Monitorowanie zasilania od strony nieziemionego bieguna jest specjalnie użyteczne w systemach o zasilaniu akumulatorowym, nie koliduje bowiem z działaniem specyficznych elementów obwodów masy ładowarki lub monitora, znajdujących się często w "sprytnych" (smart) akumulatorach.

G. Klejne

na podstawie dokumentacji firmy Maxim

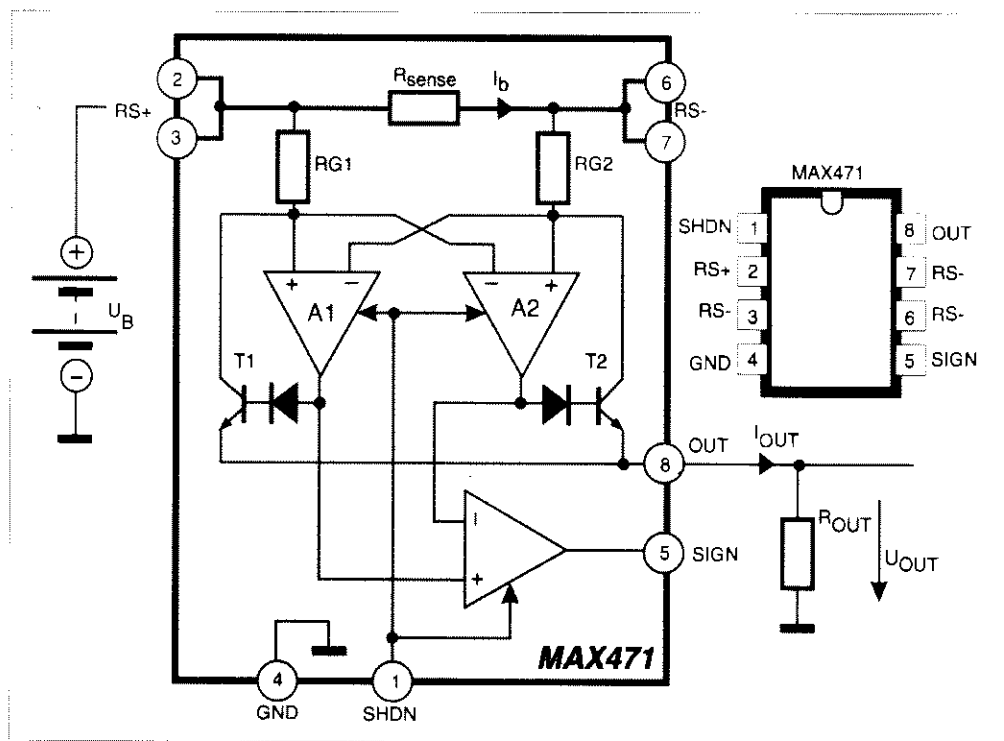
MAX471 jest wyposażony w wewnętrzny czujnik rezystorowy  $35\text{m}\Omega$  i może mierzyć prądy akumulatora do  $\pm 3\text{A}$ . Do zastosowań wymagających większych prądów lub większej uniwersalności jest przeznaczony MAX472 z zewnętrznymi rezystorami wyznaczającymi czułość i wzmocnienie. Oba układy są wyposażone w działające w szerokim zakresie napięć i prądów akumulatora wyjście prądowe, które za pomocą jednego rezystora może zostać przystosowane do dostarczania napięcia względem masy. Układy są przeznaczone do napięć w zakresie od  $3\text{V}$  do  $36\text{V}$ , pobierają mniej niż  $100\mu\text{A}$ , a w trybie czuwania nie więcej niż  $5\mu\text{A}$ .

### Działanie

MAX471 dostarcza prądu wyjściowego, który jest proporcjonalny do prądu mierzonego. Prąd wyjściowy nie zależy od kierunku monitorowanego prądu, można więc mierzyć zarówno prąd ładowania jak i prąd rozładowania akumulatora. Wyjście SIGN wskazuje kierunek mierzonego prądu.

Uproszczony schemat blokowy układu MAX471 z wewnętrznym rezystorem  $R_{\text{sense}}$  jest pokazany na rysunku 1. W przypadku układu MAX472 (rysunek 2) trzeba użyć zewnętrznych rezystorów  $R_{\text{sense}}$  oraz RG1 i RG2.

Założmy, że prąd płynie od



Rys. 1. Schemat blokowy MAX471.

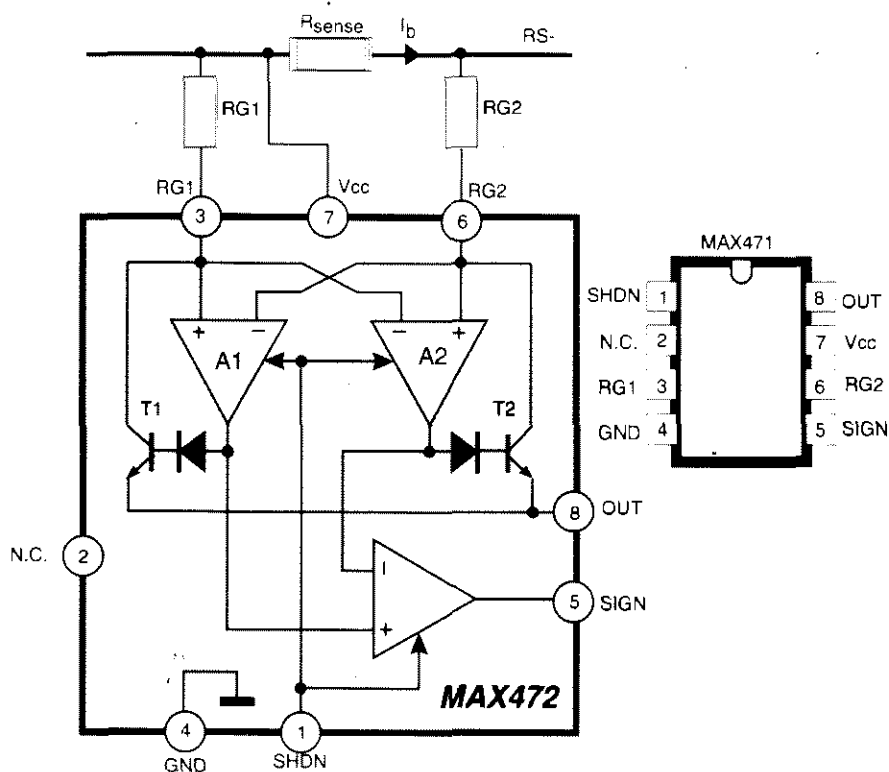
(RS+) przez  $R_{\text{sense}}$  do (RS-), co oznacza że akumulator jest rozładowywany. Aktywny jest wtedy wzmacniacz A1 i z emitera T1 płynie prąd  $I_o$ . Ponieważ przez RG2 nie płynie prąd (T2 jest zablokowany), napięcie wejścia odwracającego A1 wynosi  $U(\text{RS+}) - I_o \cdot R_{\text{sense}}$ . Wzmocnienie w otwartej pętli wzmacniacza A1 wymusza na jego wejściu nieodwracającym napięcie

zblżone do napięcia na wejściu odwracającym. Wobec tego spadek napięcia na RG1 staje się równy  $I_o \cdot R_{\text{sense}}$ . Zatem jeżeli przez RG1 i T1 płynie prąd  $I_o$  (jeśli pominąć bardzo małe prądy bazy), to:

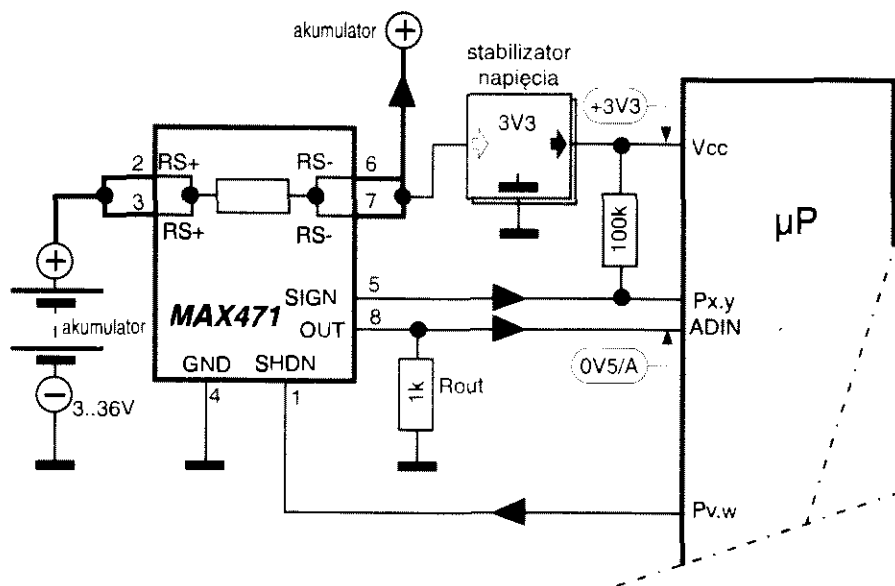
$$I_o \cdot RG1 = I_o \cdot R_{\text{sense}}$$

$$I_o = \frac{I_b \cdot R_{\text{sense}}}{RG1}$$

Prąd wyjściowy wywołuje spadek napięcia  $U_{\text{out}}$  na rezystorze łączącym wyjście 8 (OUT) z masą. Wzmocnienie prądowe A1 wynosi  $500\mu\text{A/A}$ , zatem przy oporności  $2\text{k}\Omega$  rezystora wyjściowego  $R_{\text{out}}$  otrzymuje się czułość  $1\text{V/A}$ , czyli pełne napięcie  $+3\text{V}$  dla  $\pm 3\text{A}$ . Można uzyskać inne wartości pełnego napięcia zmieniając oporność  $R_{\text{out}}$ , ale napięcie wyjściowe nie może



**Rys. 2. Schemat blokowy MAX472.**



**Rys. 3. MAX471 jako monitor prądu akumulatora w systemie sterowanym przez mikroprocesor.**

być wyższe od  $U(RS+)$  - 1,5V  
dla MAX471 lub  $U(RS-)$  - 1,5V  
dla MAX472;

$$R_{out} = \frac{R_{sense} \cdot R_{out} \cdot I_b}{RG}$$

gdzie  $U_{out}$  jest wymaganym pełnym napięciem wyjściowym,  $I_0$  - pełnym mierzonym prądem,  $R_{sense}$  - opornością rezystora

pomiarowego,  $R_{out}$  - opornością  
 rezystora ustalającego napięcie,  
 a  $R_G$  - opornością rezystora  
 ustalającego wzmacnienie  
 ( $R_G = R_{G1} = R_{G2}$ ).

Gdy prąd jest prądem ładowania i płynie przez  $R_{sense}$  w przeciwnym kierunku, aktywne stają się A2 i T2. W przypadku układu MAX471  $RG1 = RG2$ , zatem

równania dla prądu ładowania i rozładowania są jednakowe. W przypadku MAX472 projektant może użyć rezystorów RG o różnej oporności otrzymując inną skalę zależności od kierunku przepływu prądu.

Prąd płynący z wyjścia OUT odpowiada amplitudzie, natomiast stan wyjścia SIGN kierunku.

kom mierzonego prądu. Działanie komparatora SIGN jest proste. Gdy przewodzi T1 (rys. 1 i 2), stan wyjścia A1 jest wysoki, a wyjścia A2 niski. Wysoki stan wyjścia SIGN sygnalizuje wtedy dodatni kierunek prądu (od RS+ do RS-). Jest to użyteczne w urządzeniach zasilanych z akumulatora, ponieważ wskazuje czy jest on ładowany czy rozładowywany. Wskazania wyjścia SIGN mogą być nieprawidłowe, jeżeli prąd I<sub>out</sub> jest mniejszy od 3,5 μA. Wskazania tego wyjścia poprawnie sygnalizują kierunek prądu, gdy prąd obciążenia jest większy od 7 mA. Wyjście SIGN jest wyjściem z otwartym kolektorem (może tylko pobierać prąd), co pozwala łatwo je sprząć z układami logicznymi, zasilanymi dowolnym napięciem. Łączy się je rezystorem podciągającym 100 kΩ z zasilaniem układu logicznego. Dla przyjętej konwencji logicznej polaryzacji wyjścia SIGN nie pobiera ono prądu gdy akumulator jest rozładowywany. Gdy sygnalizacja kierunku prądu nie jest potrzebna, wyjście SIGN pozostawia się wolne.

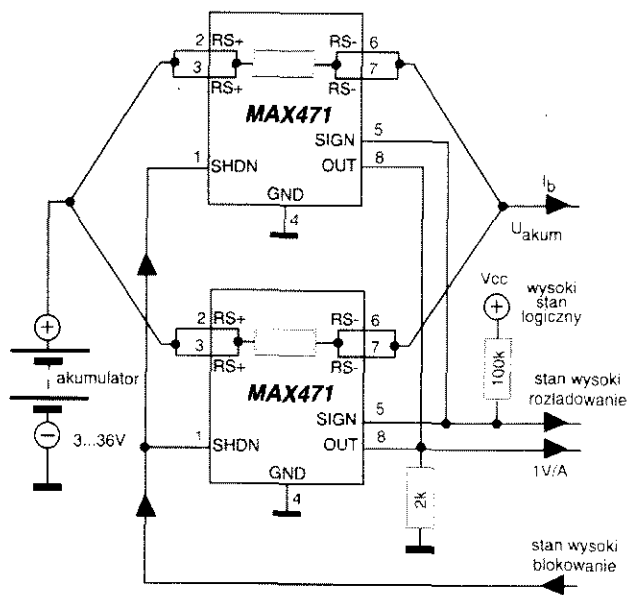
Układy MAX471/472 można zablokować za pomocą wysokiego stanu na wejściu SHDN. Pobierają one wtedy prąd mniejszy niż 5µA. W stanie zablokowania (shut down) wyjście SIGN jest w stanie wysokim a wyjście OUT wyłączone.

MAX471 jest zasilany przez RS- (końcówki 6 i 7), a MAX472 przez Vcc (końcówka 7), którą można połączyć z dowolnej strony Rsense (spadek napięcia na nim jest bardzo mały, nie ma więc to większego znaczenia).

## Zastosowanie MAX471

Na **rysunku 3** przedstawiono sposób użycia MAX471 w mikroprocesorowym systemie do monitorowania prądów ładowania i rozładowania akumulatora. Mikroprocesor i układy logiczne są zasilane napięciem 3,3V otrzymywanym z akumulatora za pośrednictwem stabilizatora, zaś pozostałe części systemu wprost z akumulatora.

Mikroprocesor dokonuje pomiaru prądu przepływającego przez system za pośrednictwem przetwornika analogowo-cyfrowego, którego wejście (ADIN) jest połączone z końcówką 8 (OUT) MAX471. Rezystor Rout zamienia prąd wyjściowy MAX471 na napięcie. Jego oporność została tak dobrana, że gdy system po-



Rys. 4. Dwa MAX471 połączone równolegle.

bierny maksymalny prąd, to napięcie doprowadzone do wejścia PAC jest bliskie maksymalnemu. Należy tylko zadbać o to, aby oporność wejściowa przetwornika analogowo-cyfrowego nie obciążała zbyt mocno wyjścia OUT (nie powinna być mniejsza od 10  $R_{out}$ ).

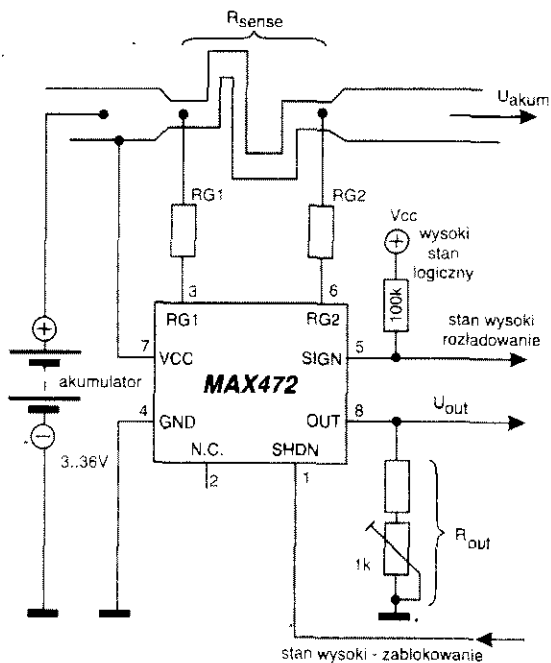
Wyjście SIGN łączy się rezystorem podciągającym 100kΩ z zasilaniem i z wejściem Px.y procesora. Ze stanu tego wejścia procesor będzie określał czy akumulator jest ładowany czy rozładowywany.

Wejście blokowania (shutdown) MAX471 jest sterowane przez procesor przez wyjście Pv.w i pobiera prąd w stanie ocz-

kiwania (standby). Trzeba pamiętać, że w tym stanie jest wyłączony jedynie obwód pomiarowy MAX471, jego zasilanie nie powinno być w żadnym razie przerywane.

## Pomiar dużego prądu

Wyjście 8, OUT, ma dużą impedancję, można więc połączyć równolegle kilka układów MAX471, jak przedstawiono na rysunku 4. Wszystkie gałęzie muszą jednak mieć tę samą oporność, w przeciwnym razie prąd nie rozdzieli się pomiędzy nimi równomiernie i jeden z układów zostanie przeciążony.



Rys. 5. Rezystor pomiarowy dla MAX472 wykonany ze ścieżki na płycie drukowanej.

## Kiedy użyć MAX472?

MAX472 powinien zostać użyty wtedy, gdy można się spodziewać że maksymalny prąd obciążenia przez dłuższy czas będzie większy od  $\pm 3A$ , może jednak zostać użyty także i do mniejszych obciążeń. W tabeli 1 zestawiono sugerowane wielkości rezystorów i otrzymywane współczynniki czułości dla prądów w zakresie od 100mA do 10A. Można także wykonać układy dla wyższych lub niższych natężeń prądu obciążenia. Jeżeli koszt  $R_{sense}$  jest istotny, można go wykonać z odpowie-

dnie ukształtowanej ścieżki na płycie drukowanej, jak to pokazano na rysunku 5. Ze względu na niedokładność takiego rezystora niezbędne będzie użycie potencjometru do doregulowania czułości. Wadą takiego rozwiązania jest stosunkowo duży współczynnik termiczny oporności miedzi (około 0,4%/°C), trzeba więc wziąć to pod uwagę, jeżeli układ ma działać w szerszym zakresie temperatur.

Źródło:

Maxim, Precision, high-side current-sense amplifiers (19-0335; Rev 0; 11/94).

Tabela 1.

Pełny prąd obciążenia $I_b$ [A]	Rezystor pomiarowy $R_{sense}$ [mΩ]	Rezystor wzmacnienia $R_{G1}=R_{G2}$ [Ω]	Rezystor wyjściowy $R_{out}$ [kΩ]	Pełne napięcie obciążenia $V_{out}$ [V]	Czułość $U_{out}/I_b$ [V/A]
0,1	500	200	10	2,5	25
1	50	200	10	2,5	2,5
5	10	100	5	2,5	0,5
10	5	50	2	2	0,2

✉ 87-115 Toruń 16  
Katalogi dla firm - gratis

Wystarczy zadzwonić tel/fax (0-56) 480-222  
tel/fax (0-56) 456-222

# ŚWIAT RADIO-TV-AMATORÓW

**Radio jest chyba jedyną dziedziną elektroniki, która dla przeciętnego człowieka nie jest ani obca, ani obojętna. Radio będzie mu stale towarzyszyło w życiu, wiąże się bowiem z podstawową potrzebą człowieka - porozumiewania się z innymi. Przykładowo, radioamatorzy porozumiewali się za pośrednictwem satelitów na długo przedtem, zanim zwykły, szary człowiek zaczął oglądać programy telewizji satelitarnej. Również radioamatorskie pakietowe sieci radiowe istniały już na dziesięć lat przed powstaniem Internetu, radioamatorzy byli także pionierami łączności mikrofalowej na dziesiątki lat wcześniej niż człowiek mógł rozmawiać przez telefon idąc ulicą. Celem niniejszego artykułu jest zainteresowanie radioamatorstwem tych Czytelników, którzy interesują się już elektroniką i przedstawienie ostatnich nowinek w tym tak ciągle żywo rozwijającym się hobby.**

W radioamatorstwie wspaniałe jest to, że licencjonowanemu (dowolnej klasy) członkowi tego bractwa nigdy nie zabraknie pomysłów, pomocnych rad, czy nawet podzespółów, gdy przyjdzie mu pokonywać trudności związane z budową urządzeń elektronicznych. Radioamator nigdy nie jest pozostawiony samemu sobie, zawsze bowiem może zwrócić się do swoich przyjaciół za pośrednictwem różnych mediów, w tym telefonii, telewizji, czy nawet komputerowej poczty elektronicznej przez radio (darmowej, w przeciwieństwie do wszelkiej łączności telefonicznej). Jeżeli więc ma się poczucie pozostawiania jedynym fanem elektroniki w promieniu wielu kilometrów i nie ma się do kogo zwrócić się o pomoc, to naprawdę warto zostać radioamatorem. Dzięki temu hobby jest się w ciągłym kontakcie z setkami entuzjastów elektroniki o bardzo różnicowanym poziomie wykształcenia. Wielu radioamatorów pozostaje przyjaciółmi przez całe życie, pomimo że nieraz mieszkają oni w odległości tysięcy kilometrów i nigdy nie spotkali się osobiście. W Wielkiej Brytanii Radio Communications Agency (RCA) i Radio Society of Great Britain (RSGB) chętnie wskażą drogę do tego ciekawego i pouczającego hobby. Liczba radioamatorów po spadku w ciągu ostatnich pięciu lat znowu wzrasta, o czym świadczy ostatni ra-

port IARU (International Amateur Radio Union). Przejściowy spadek liczebności aktywnych radioamatorów był prawdopodobnie skutkiem rosnącej w tym samym czasie popularności komputerów osobistych. Obecnie oba te hobby łączy ogromny wzrost zainteresowania radiem pakietowym i nawet ci, którzy porzucili pokrętko stroje-

nia radia na rzecz klawiatury komputera, pojawili się znowu na antenie jako entuzjastyczni "pakieciarze". Ponownie rośnie także liczba własnych konstrukcji, wielu bowiem amatorów doceniło poznawczą wartość samodzielnego konstruowania urządzeń zamiast kupowania gotowych, o których nie wie się nawet jak działają. Dotyczy to zarówno tak prostych układów jak zasilacze, jak i tak skomplikowanych jak zdalnie sterowane układy DTMF - cyfrowe serca lokalnych stacji przekaźnikowych.

## Miejsce dla każdego

Po zdobyciu licencji radioamatorzy podejmują zazwyczaj jakąś specjalizację w ramach swego hobby. Wynika to częściowo z systemu licencyjnego, który pozwala po zdaniu egzaminu licencyjnego RAE (Radio Amateur's Examination) otrzymać licencję "B" tylko na zakres 50MHz (pasmo 6m) i wyższe. Na pełną licencję "A" trzeba zdać jeszcze próbę sprawności Morse'a 12-wpm (wyrazów na minutę), co uprawnia do używania wszystkich amatorskich pasm radiowych, również tych poniżej 50MHz. Wprawdzie licencja "A" udostępnia znacznie więcej pasm, to jednak wielu amatorów pozostaje na zawsze z licencją "B", ponieważ nie interesują ich ogromnie zatłoczone pasma krótkofalowe. Podobnie, wielu radioamatorów z licencją "A"



**Rys. 1. Jesteś mobilny? Oto 150-watowy transceiver firmy GSC, typu PRC-2250-MIL, od 1 do 30MHz AM/CW/SSB, o specjalnie odpornej konstrukcji. Sprzęt ten dysponuje 100 kanałami programowanymi przez użytkownika oprócz 644 fabrycznie zaprogramowanych kanałów ITU (Międzynarodowa Unia Telekomunikacyjna) dla dźwięku i danych. Nadaje się także do RTTY, ARQ, FEC i Packet.**

niewiele słyszało o pasmach VHF i UHF. Została też utworzona specjalna kategoria "licencjonowanych nowicjuszy", którzy zdają uproszczony egzamin (również "A" lub "B"). Licencja dla nowicjuszy nie jest, niestety, (jak dotąd) powszechna we wszystkich krajach, zwłaszcza w tych, w których radioamatorstwo jest regulowane Zaleceniem CEPT (Conference of European Postal and Telecommunication Administrations - Organizacja Europejskich Administracji Łączności) T/R 61-01 - zob. **tabela 3**. Licencje dla nowicjuszy zastosowano po raz pierwszy w Wielkiej Brytanii.

Odróżnia się również często amatorów, którzy zbudowali swój sprzęt, od tych, którzy używają sprzętu fabrycznego, łącznie z antenami. Rozróżnienie to jest mało precyzyjne, ponieważ po pierwsze - nie da się samemu zrobić wszystkiego taniej od gotowych urządzeń i, po drugie - u każdego amatora można znaleźć jakiś zespół domowej roboty.

Jeśli chodzi o zróżnicowanie, to trzeba poświęcić kilka słów najpopularniejszemu specjalizacji w radioamatorstwie.

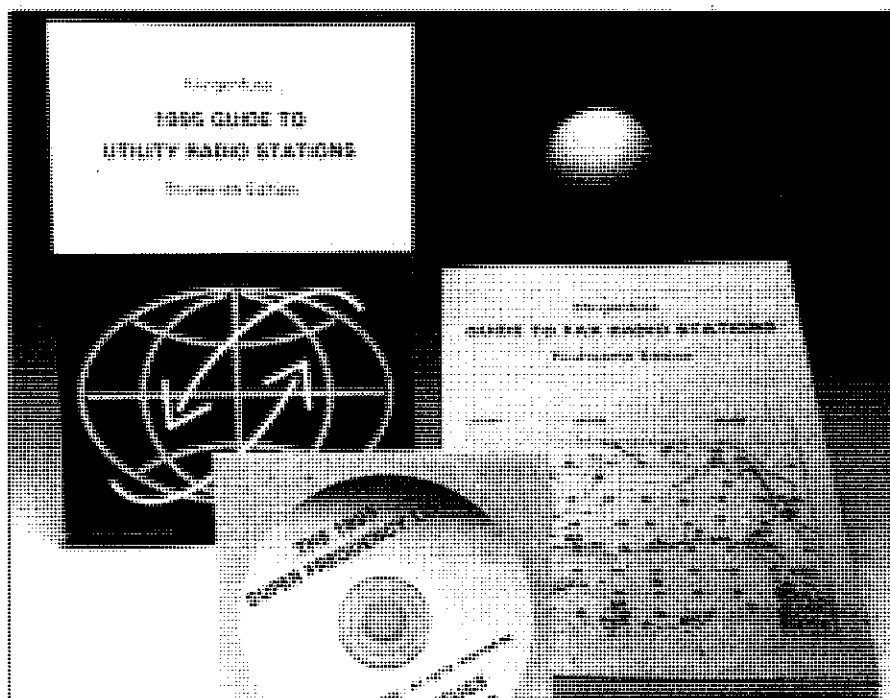
#### RTTY

(ang. Radio Teletypewriter - radiodalekopis). Zwyczajne teleksowanie, jak się wydaje, obecnie zupełnie zanikło i zostało zastąpione przez inteligentniejsze systemy, takie jak AMTOR (ang. Amateur Telex Over Radio - radiodalekopis amatorski) i PACTOR. AMTOR jest systemem synchronicznym o szybkości transmisji 100 bodów i dwóch podstawowych trybach działania: ARQ (ang. Automatic Repeat for Request - automatyczne powtarzanie do czasu odpowiedzi) i FEC (ang. Forward Error Correction - korekcja błędów w przód).

Większość transmisji RTTY dalekiego zasięgu odbywa się na krótkich falach, głównie w pasmach 80m (3,5MHz) i 20m (14MHz). Większość radioamatorów pozbyła się starych teleksów mechanicznych i stosuje komputery PC ze specjalnymi kartami interfejsowymi.

#### CW

(ang. Continuous Wave - fala ciągła). Transmisja informacji alfabetem Morse'a (CW) ma wciąż jeszcze swoich oddanych zwolenników, ale definitywnie zanika z powodu swojej nieodłącznej powolności w porównaniu z każdym niemal protokołem komunikacyjnym. Za ciekawostkę można uznać, że tryb ten dopiero niedawno



**Rys. 2.** Wielu radioamatorów, łącznie z nasłuchowcami posiadającymi jedynie odbiorniki, zabawia się myszkowaniem po widmie radiowym w poszukiwaniu egzotycznych radiostacji użytkowych, nadających gdziekolwiek na ziemskim globie i poza nim (sygnałów pozaziemskich?... powiedzmy, że satelitarnych). Na świecie istnieją tysiące takich stacji, jak nadajniki faksów meteorologicznych, teleksów, informacji prasowych, morskie i lotnicze, wraz z radionamiernikami, wzorcami częstotliwości i czasu oraz wielu jeszcze innymi. Wydawnictwo Klingentuss wydaje szereg książek, a ostatnio CD-ROM, dostarczających bogatych informacji na temat tego fascynującego aspektu radiowego hobby. Co ciekawe, informacje zawarte w tych publikacjach są zestawiane i uzupełniane na podstawie własnych ekspedycji radio-monitoringu wydawcy.



**Rys. 3.** Im krótsze fale, tym dłuższe twarze? Z pewnością nie! Ludzie interesujący się łącznością w wysokich i bardzo wysokich częstotliwościach od VHF do świetlnych (powiedzmy, że do 144GHz) tradycyjnie tworzą oddzielną grupę w ramach radioamatorskiego bractwa. Dla prawdziwego entuzjasty mikrofal częstotliwości poniżej 430MHz to napięcie stałe. W jego kieszeniach można znaleźć odcinki falowodów, diody Gunna, mapy obszarów górskich i specjalistyczny periodyk zatytułowany VHF Communications.

został oficjalnie wykreślony z listy sposobów łączności straży przybrzeżnej w Wielkiej Brytanii. Jest jednak ciągle wielu radioamatorów lubiących daleko-sięzną łączność za pomocą klucza radiotelegraficznego i nadajnika bardzo małej mocy.

## SSTV

(ang. Slow-Scan Television - telewizja z powolnym wybieraniem J2F) od czasu nastania PC-tów nigdy już nie będzie tym czym była. Obecnie kolorowe obrazy generowane w komputerze są przeważnie przesyłane w pasmie 20m, czasem łącznością dwukierunkową, z wykorzystaniem systemu korekcji błędów.

## Fax

Systemy mechaniczne są szybko zastępowane przez komputery. Powstała specjalna dziedzina odbioru faksów na częstotliwości około 1,7GHz z obrazem sytuacji meteorologicznej, obejmująca nadajniki naziemne, satelity na niskich orbitach (NOAA, GOES) jak również geostacjonarny METEOSAT. Do odbioru faksów meteorologicznych, mających wielką wartość dla amatorów-meteorologów, nie jest potrzebna żadna licencja. W tej dziedzinie, jak i w wielu innych, radioamatorzy byli w pierwszej linii nowoczesności i postępu.

**Tabela 1. Przegląd granic pasm, ich przydziału w Wielkiej Brytanii, maksymalnych mocy i dopuszczalnych rodzajów emisji. Dane zaczerpnięto z broszury: BR68, Amateur Radio License (A) or (B), terms, provisions and limitations, wydanej przez Radiocommunications Agency w lipcu 1994.**

## Uwagi

- (A) Dostępne pod warunkiem niezakłócania działania innych służb poza granicami Wielkiej Brytanii.
- (B) Dostępne pod warunkiem niezakłócania działania innych służb wewnątrz i poza granicami Wielkiej Brytanii.
- (C) Używanie zabronione w promieniu 100km od Charing Cross w Londynie (51°30'30"N, 00°07'24"W).
- (D) Może być używane jedynie za pisemną zgodą Sekretarza Stanu.

## Skróty

ISM - przemysłowe, naukowe i medyczne

erp - rzeczywista moc promieniowana

Pasmo częstotliwości [MHz]	Zastosowanie amatorskie	Satelitarne zastosowanie amatorskie	Max. moc w impulsie	Dopuszcz. rodzaj emisji
1,810...1,830	podstawowe (A)		26dBW	
1,830...1,850	podstawowe			
1,850...2,00	(B)		15dBW	
3,500...3,800	podstawowe. Wspólnie z innymi służbami	nieprzydzielone		
7,000...7,100	podstawowe	podstawowe		
10,100...10,150	drugorzędne	nieprzydzielone		telegrafia
14,000...14,250		podstawowe	26dBW	telefonía
14,250...14,350		nieprzydzielone		dane
18,068...18,168	podstawowe			fax
21,000...21,450		podstawowe		SSTV
24,890...24,990				RTTY
28,000...29,700				
50,00...51,00	podstawowe (A)			
51,00...52,00	drugorzędne (B)		20dBW	
70,00...70,50	drugorzędne (A)		22dBW	
144,0...146,0	podstawowe	podstawowe	26dBW	
430,0...431,0	drugorzędne			
431,0...432,0	drugorzędne (C)	nieprzydzielone	16dBW erp	
432,0...435,0				
435,0...438,0		drugorzędne		
438,0...440,0		nieprzydzielone		
1240...1260	drugorzędne	nieprzydzielone		
1260...1270		drugorzędne. Tylko z orbity na Ziemię		
1270...1325				
2310...2400		nieprzydzielone		
2400...2450	drugorzędne. Zakłócenia ISM	nieprzydzielone. Zakłócenia ISM		
3400...3475		nieprzydzielone		
5650...5670	drugorzędne	drugorzędne. Tylko z Ziemi na orbitę		telegrafia
5670...5680				telefonía
5755...5765		nieprzydzielone	26dBW	RTTY
5820...5830	drugorzędne.			dane
5830...5850	Zakłócenia ISM	drugorzędne. Zakłócenia ISM. Tylko z orbity na Ziemię.		Fax
				SSTV
				FSTV
10 000...10 450	drugorzędne	nieprzydzielone		
10 450...10 500		drugorzędne		
24 000...24 050	podstawowe. Zakłócenia ISM	podstawowe. Zakłócenia ISM		
24 050...24 150	podstawowe (D). Zakłócenia ISM			
24 150...24 250	drugorzędne	nieprzydzielone		
47 000...47 200				
75 500...76 000	podstawowe	podstawowe		
142 000...144 000				
248 000...250 000				



**Tabela 2. Klasy emisji są oznaczone zgodnie z Konwencją Telekomunikacyjną za pomocą grupy trzech znaków. Powyżej przytoczono oznaczenia najpopularniejszych klas. Kompletną listę używanych symboli zawiera Regulamin Radiokomunikacyjny.**

**Telefonia (mowa):**

pojedyncza wstęga boczna, stłumiona nośna .....	J3E
modulacja częstotliwości (FM) .....	F3E
modulacja fazy .....	G3E
modulacja amplitudy .....	A3E

**Packet/dane:**

bezpośrednie kluczkowanie nośnej .....	F1D
kluczkowanie częstotliwości tonu audio (nadajnik FM) .....	F2B
kluczkowanie częstotliwości tonu audio (nadajnik SSB) .....	F2B

**Telewizja:**

telewizja z powolnym wybieraniem (nadajnik SSB) .....	J2F
szczątkowa wstęga boczna (nadajnik AM) .....	C3F

**Faks:**

kluczkowanie częstotliwości tonu audio (nadajnik SSB) .....	J2C
---	-----

**Satelity amatorskie**

Radioamatorzy byli także pionierami łączności satelitarnej i od wielu lat konstruowali i używali swoje własne urządzenia satelitarne. Najlepiej znane satelity radioamatorskie to seria "OSCARów" (ang. Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio - satelita orbitalny z radiem amatorskim) AMSATa, które stały się popularne dzięki swoim transponderom w pasmie 2m. Ostatnim usprawnieniem jest stosowanie satelitów całkowicie wprzęgniętych do radiowej łączności pakietowej (PAC-

SAT). Stąd niewątpliwie wywodzi się inicjatywa Microsoftu użycia satelitów do łączności komputerowej. Gdy plany te wejdą w życie, radioamatorzy z doświadczeniem w łączności satelitarnej będą dysponowali znaczną przewagą techniczną. Urządzenia potrzebne do łączności w pasmie 2m są w zasadzie bardzo proste i śledzenie anteną nie zawsze jest potrzebne.

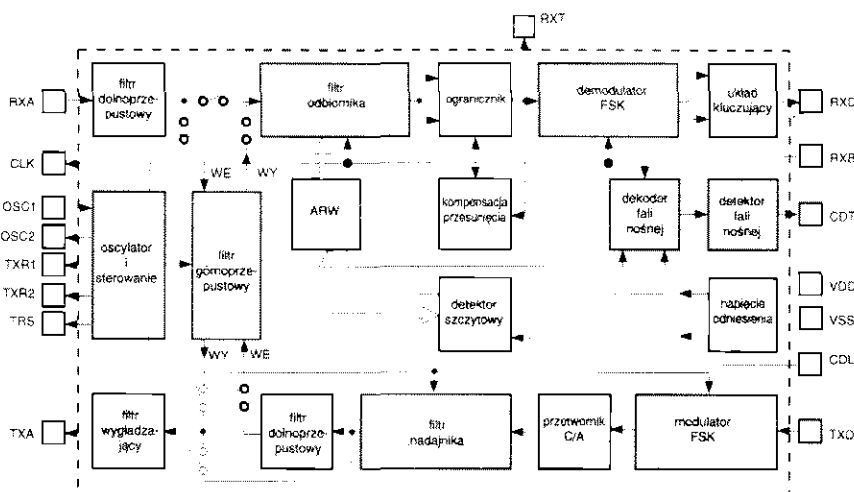
**Fast-scan ATV**

(ang. Fast-Scan Amateur TV - amatorska telewizja z szybkim wybieraniem) klasy C3F jest jednym z najbar-

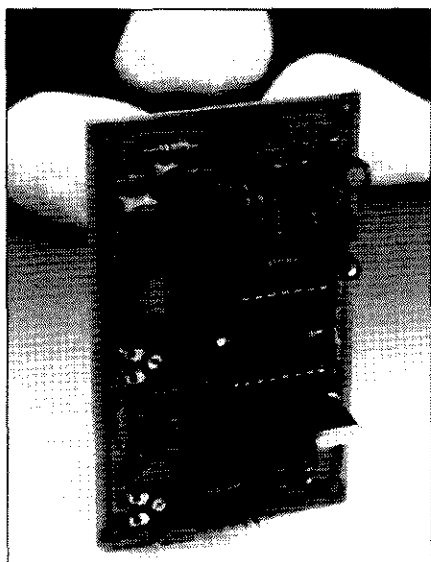
dziej ekscytujących rodzajów łączności po prostu dlatego, że "żywe" lub odczytane z pamięci komputera obrazy telewizyjne można oglądać na zwykłym telewizorze. Demonstracja dwukierunkowej łączności telewizyjnej ATV z kolorowym obrazem oraz z dźwiękiem, a czasem także i z teletekstem, zawsze robi wrażenie na laikach. Na wszelkich pokazach radioamatorskich, na których są publicznie demonstrowane rozmaite techniki, kącik ATV przeważnie przyciąga największy tłum. Niemal wszystkie urządzenia ATV są wykonywane własnoręcznie przez radioamatorów, konstrukcje fabryczne są stosunkowo rza-

**Tabela 3. Państwa biorące udział w uzgodnieniach CEPT T/R 61-01 przepisów stosowanych wobec radioamatorów. W razie potrzeby aktualniejszych informacji należy zwrócić się do RCA.**

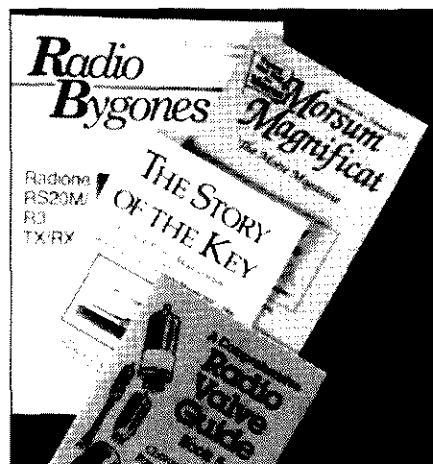
Albania .....	A1
Austria .....	A
Belgia .....	B
Bośnia i Hercegowina .....	BH
Bulgaria .....	BG
Chorwacja .....	HR
Cypr .....	CY
Czechy .....	CZ
Dania .....	DK
Estonia .....	EST
Finlandia .....	FI
Francja .....	F
Grecja .....	GR
Hiszpania .....	E
Holandia .....	NL
Irlandia .....	IRL
Islandia .....	IS
Liechtenstein .....	FL
Litwa .....	LT
Luksemburg .....	L
Łotwa .....	
Malta .....	M
Moldawia .....	MLD
Monako .....	MC
Niemcy .....	D
Norwegia .....	N
Polska .....	PL
Portugalia .....	P
Rosja .....	RUS
Rumunia .....	R
Słowacja .....	SK
Słowenia .....	SLO
Szwajcaria .....	CH
Szwecja .....	S
Turcja .....	TR
Włochy .....	I
Węgry .....	H
Watykan .....	SCV
Zjednoczone Królestwo	
Wielkiej Brytanii i Irlandii Pln. ....	GB



**Rys. 4. Schemat blokowy scalonego modemu TCM3105 Texas Instruments. Tysiące radioamatorów-pakietarzy używa tego taniego chipu w prostych modemach do wymiany danych cyfrowych przez radio. Prawdopodobnie najpopularniejszym modelem opartym na TSM3105 jest urządzenie firmy Baycom, która zainicjowała również rozprowadzanie shareware'owego programu do najtańszego sterowania radiem pakietowym za pomocą dowolnego komputera PC z portem RS232. Od tego czasu radio amatorskie nie jest już tym, czym było przedtem.**



**Rys. 5.** Typowy najprostszy (1200 bodów) modem radiopakietowy, wykorzystujący słynny TCM3105, wyposażony w układ PLL typu XR2211 do sterowania DCD (data carrier detect, wykrywanie nośnej danych) w celu eliminacji szumów cyfrowych, jeżeli blokada szumów w radiu jest powolna. Modem ten łączy się z komputerem przez port szeregowy oraz z transceiverem. Zasilanie z portu RS232.



**Rys. 6.** Radio ma swoje nostalgiczne skojarzenia. Periodyk Radio Bygones, publikowany przez G.C. Arnold Partners, zajmuje się wszelkimi historycznymi aspektami radia i tematami z nim związanymi, włączając w to i radioamatorstwo. Jest on zapewne jedną z tego rodzaju publikacją na świecie. Na fotografii widać także Book 5, jedną z serii reprintów sławnych Radio Valve Guides (katalogów lamp elektronowych), wydawanych w latach 1950 i 1960 przez Barnarda.

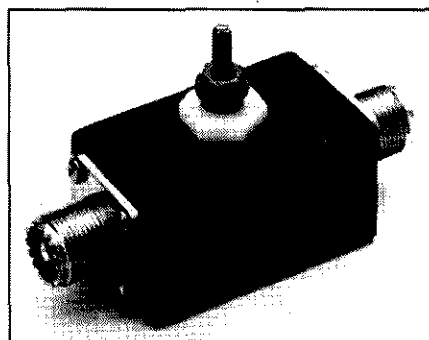
dkie (nie licząc coraz częściej oferowanych kitów). W wyniku silnego nacisku ze strony amatorów "fonicznych" oraz innych użytkowników (także zawodowych) rysuje się tendencja przenoszenia szerokopasmowych sygnałów (do 8MHz) z wiernego dotychczas pasma 70cm (435MHz) na pasmo 24cm (1250MHz). W pasmie tym jest znacznie więcej miejsca i nawet można w nim używać dogodnej modulacji FM, przy której szerokość emitowanego pasma dochodzi do 15MHz. Jednakże warunki propagacji są nieco mniej korzystne, zaś straty po drodze większe, w rezultacie czego zasięg nadajnika tej samej mocy jest mniejszy w pasmie 24cm niż w pasmie 70cm. Używanie pasma 24cm jest korzystniejsze przez:

- dostępność łatwych do przystosowania satelitarnych tunerów telewizyjnych z nadwyżek handlowych, jak na przykład Amstrad SRX100/200, które można nabyć w Wielkiej Brytanii za 10 funtów, a nawet taniej;
- rosnącą liczbę przekaźników ATV na wysokich częstotliwościach. Następnym zakresem, bardzo popularnym wśród użytkowników ATV, jest pasmo 10GHz (3cm), do którego używa się anten o małych średnicach. Warto zapamiętać, że pasmo to służy nie tylko do łączności krótkiego zasięgu, osiągnąć bowiem połączenia ATV 3cm na odległości do 100km. Działalność wielu radioamatorów telewizyjnych i grup przekaźnikowych w Wielkiej Brytanii jest koordynowana przez BATC (British Amateur Television Club). Klubowym periodykiem BATC jest CQ-TV.

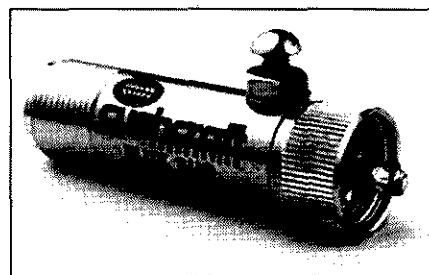
## Łączność cyfrowa

Spośród wielu systemów łączności cyfrowej, dostępnych dla licencjonowanych radioamatorów, Packet Radio (radio pakietowe) szybko zdobyło ogromną popularność. Pod wieloma względami Packet jest tym dla radioamatorów, czym jest Internet dla zwykłych użytkowników komputerów, pozwalając w zasadzie wymieniać wiadomości stacjom na całym świecie. Podstawowe różnice pomiędzy tymi systemami (o ile dają się one w ogóle porównywać) polegają na dwóch kwestiach:

- radio pakietowe jest kierowane przez amatorów na zasadzie non-profit (jest bezpłatne),
  - Packet Radio jest znacznie powolniejsze od Internetu.
- Ze względu na duże znaczenie pakietu dla radioamatorów w ogóle, tryb ten będzie osobno omówiony dalej.



**Rys. 7.** Chroń swój cenny sprzęt przed wyladowaniami do 5000 amperów za pomocą urządzenia wychwytyującego o stałej impedancji LAC4 firmy Cushcraft. LAC4 zawiera wymienną gazową lampę wyladowczą, która w przeciągu około 100ns, znacznie szybciej niż czas narastania napięcia wyladowania atmosferycznego, obcina przepięcie do poziomu poniżej 50V.



**Rys. 8.** "Blitz Bug" firmy Cushcraft opiera się na opatentowanym trójpunktowym układzie statycznego wyladowania. Urządzenie składa się ze szczelnej komory powietrznej, stałego drenu statycznego i sterowanego napięciowego układu wyladowania. Dopuszczalna moc Blitz Bug wynosi 2kW PEP (peak emitted power - mocy promieniowanej w impulsie) do 500MHz przy pomijalnej tłumienności wtrąceniowej. Na ilustracji jest pokazana wersja LAC-1 ze złączami UHF PL-259 i SO-239.

## Inne tryby specjalne

Niektóre bardzo wyspecjalizowane sposoby łączności są praktykowane przez niewielu tylko radioamatorów. Do EME (ang. Earth-Moon-Earth - Ziemia-Księżyc-Ziemia) albo MOONBOUNCE (ang. odbicie od Księżyca) stosuje się bardzo wysokie moce i wielkie zestawy antenowe. Meteor-scatter (ang. rozpraszanie na śladach meteorów) jest urzekający, ponieważ może znacznie zwiększyć zasięg sygnałów, które są odbijane od zjonizowanych śladów fragmentów

## Kilka przydatnych adresów

**AKD**, Unit 5. Parsons Green Estate, Boulton Road, Stevenage, Herts SG1 4QC, Wielka Brytania, tel. (+44) 1438 351 710, fax (+44) 1438 357 591

**American Radio Relay League (ARRL)**, 225 Main Street, Newington, CT 06111-1494, USA, tel. (+1) 203 666 1541, fax (+1) 203 665 1166

**Amsat**, 850 Sligo Avenue, Suite 600, Silver Spring, MD 20910-470-3, USA, tel. (+1) 301 589 6062, fax (+1) 301 608 3410; w Wielkiej Brytanii: Ron Broadbent G3AAJ, 94 Herongate Road, Wansted Park, London, E12 5EQ, tel. (+44) 181 989 6741, fax (+44) 181 939 3430

**BayCom Team**, Rudi Dussman DK5RQ, Otto Hahn Str.9, D-8400 Regensburg, Niemcy. Dystrybutor w Wielkiej Brytanii: Siskin Electronics Ltd.

**British Amateur Television Club (BATC)**, Dave Lawton G0ANO, Greenhurst, Pinewood Road, High Wycombe, Bucks HP12 4DD, Wielka Brytania.

**CQ-TV magazine**, zob. BATC

**Cushcraft Corp.** P.O. Box 4680, 48 Perimeter Road, Manchester, NH 03108, USA, tel. (+1) 693 627 7877, fax (+1) 603 627 1764

**Icom (UK) Ltd.** Herne Bay West Industrial Estate, Sea Street, Herne

Bay, Kent CT6 8LD, Wielka Brytania, tel. (+44) 1227 741 741, fax (+44) 1227 741 742

**Klingenfuss Publications**, Hagenloher Str. 14, D-72070 Tübingen, Niemcy, tel. (+49) 7071 628 30, fax (+49) 7071 600 849

**Nevada**, 189 London Road, North End, Portsmouth, Hants PO2 9AE, Wielka Brytania, tel. (+44) 1705 662 145, (+44) 1705 613 900, fax (+44) 1705 690 626

**Radio Bygones magazine**, wydawany przez G.C. Arnold Partners, 9 Wetherby Close, Broadstone, Dorset BH18 8JB, Wielka Brytania, tel/fax (+44) 1202 658 47

**The Radio Communication Agency**, Waterloo Bridge House, Waterloo Road, London SE1 8UA, Wielka Brytania, tel (+44) 171 215 5000

**The Radio Society of Great Britain (RSGB)**, Lambda House, Cranborne Road, Potters Bar, Herts EN6 3JE, Wielka Brytania, tel. (+44) 1707 659 015, fax (+44) 1707 645 105

**Remote Imaging Group**, The Membership Secretary, Ray Godden, Rig-Sub, P.O. Box 142, Rickmansworth, Herts WD3 4RQ, Wielka Brytania.

**SGC**, The SGC Building 13737 SE 26th St., P.O. Box 3526, Bellevue, WA 98009, USA, tel. (+1) 206 746

6310, fax (+1) 206 746 6384

**Siskin Electronics Ltd.** PC House, 2 South Street, Hythe, Southampton SO45 6EB, Wielka Brytania, tel. (+44) 1703 207 155, fax (+44) 1703 847 754

**Timewave Technology Inc.** 2401 Pilot Knob Road, St. Paul, MN 55120, USA, tel. (+1) 612 452 5939, fax (+1) 612 452 4571; dystrybutor w Wielkiej Brytanii: Nevada.

**VHF Communication magazine**, Wydawany przez KM Publications, 5 Ware Orchard, Barby, Rugby CV23 8UF, Wielka Brytania, tel. (+44) 1788 890 365, fax (+44) 1788 891 883

**Vine Antenna Products**, The Vine, Llandrinio, Powys SY22 6SH Wielka Brytania, tel. (+44) 1691 831 111, fax (+44) 1691 831 386. Dla anten KLM, Gem Quad, Cushcraft, Hygain i Force 12.

**Polski Związek Krótkofalowców**, Zarząd Główny, 64-100 Leszno, skr. poczt. 61, tel. (0-65) 203 583 wew. 947 **PKRVG (Klub Radiowideografii)** (FAX, RTTY, SSTV itp.) 850-23 Bydgoszcz, skr. poczt. 3

**PKARS Club** (łowy na lisa) Orkana 5 m. 24, 96-100 Skierniewice

**SP WEFAX G** (odbior satelitarnych map pogody) Młynarska 13, 05-090 Raszyn

meteorów wchodzących w atmosferę ziemską w postaci deszczy meteorów (na przykład Perseidy).

*Tropo-scatter* (ang. rozpraszanie w troposferze) umożliwia sygnałom VHF/UHF pokonywanie bardzo dużych odległości (tysiący kilometrów) pomiędzy warstwami zjonizowanej atmosfery.

Operatorzy *QRP* starają się osiągnąć łączność z innymi stacjami QRP możliwie najmniejszą mocą nadajników całkowicie własnej konstrukcji. Łączność wokółziemska mocą tak małą, że porównywalną z mocą tylnej żarówki roweru, nie jest czymś niezwykłym.

Łączność na bardzo niskiej częstotliwości może być bardzo zajmująca z powodu nieoczekiwanie wielkiego zasięgu sygnałów o submiliwatowej mocy (erp - skutecznej emitowanej mocy) i wszelkiego rodzaju efektów związanych z polem magnetycznym Ziemi. W USA pasmo 1750m jest używane jako pasmo obywatelskie podlegające ścisłym przepisom. Używający tego pasma nazywani są "low-fers" ("długofalowcy" ?). W większo-

ści krajów CEPT najniższym dopuszczalnym do użytku amatorskiego pasmem jest 160m (1.8MHz, albo pasmo "top").

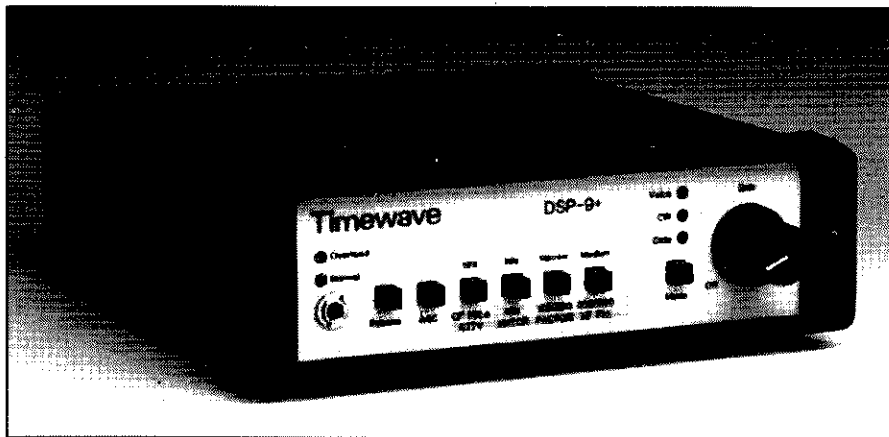
*Amateur Radio Direction Finding (ARDF)* jest znane pod nazwą "łowy na lisa". Bardzo popularne terenowe hobby sportowo-towarzyskie, nie wymagające licencji (jeśli chodzi o uczestników, jednak nadajnik musi być licencjonowany!). Podstawowe stosowane do tego celu pasma to 2m i (w mniejszym stopniu) 80m. Pasma te różnią się całkowicie. Może to wydawać się dziwne, ale pasmo 80m najlepiej nadaje się dla nowicjuszy ze względu na mniejsze kłopoty z odbiciami od budynków, drzew itp. Odbiorniki do ARDF na 2m i 80m można często wypożyczyć od lokalnego klubu amatorskiego.

## Revolucja - Packet Radio

Dzięki pionierskim pracom zespołu Tucson Amateur Packet Radio (TAPR) radio pakietowe wywołało rewolucję w dziedzinie amatorskiej emisji cyfro-

wej. Radio pakietowe opiera się na protokole AX.25 - modyfikacji powszechnie używanego protokołu ANSI X.25.

Dane pakietowe są nadawane w impulsach (bursts), nazywanych "pakietami danych". Dane te są zakodowane w 8-bitowe słowa (bajty) i kod ASCII może być nadawany i odbierany bezpośrednio (jak również 8-bitowe dane dwójkowe). Początek pakietu zawiera identyfikator sygnału wywoławczego i umożliwia wyspecyfikowanie ścieżki przekaźników. Pakiet kończy się liczbą CRC (ang. Cyclic Redundancy Check - cyklicznej kontroli nadmiarowej). Stacja odbiorcza oblicza własną CRC i porównuje z odebraną. Jeżeli liczby te są różne, żąda powtórzenia. Zazwyczaj pakiet zawiera 32, 64 lub 80 znaków (bajtów), może jednak zawierać ich do 255. Ze względu na zasadę działania CSMA (ang. Carrier Sense, Multiple Access - wielodostęp z nasłuchem nośnej) szybkość transmisji, niestety, maleje, a nawet całkowicie zamiera, jeżeli wiele stacji (dzieci lub więcej) usiłuje użyć tej samej częstotliwości.



**Rys. 9. Inteligentny i bardzo zaawansowany technicznie "niszczyciel szumów" DSP9+ firmy Timewave do wielu typów emisji radiowych, w tym SSB, CW, RTTY, AMTOR, PACTOR, HF packet i G-TOR. Układ oparty na cyfrowym procesorze sygnałów (DSP) włącza się po prostu do gniazdka słuchawek odbiornika lub transceivera.**

W zakresie HF, w którym występują dodatkowe problemy z szumami, statyką itp., łączność pakietowa AX.25 nie odniosła wiele sukcesów. Jednakże na VHF i UHF można zanotować burzliwy wzrost liczby radiostacji pakietowych, pakietowych BBSów i digipeaters (digital repeaters, przekazników cyfrowych).

Najpopularniejszym trybem radia pakietowego jest FM na zakresie 2 metrów, w którym używa się kluczkowania AFSK (ang. Audio Frequency Shift Keying - kluczkowanie z przesunięciem częstotliwości audio) 1000Hz o szybkości 1200 bodów z tonem 1200/2200Hz oraz standard modemu Bell 202. Do obsługi emisji Packet Radio stosuje się programy shareware. Tylko w USA działa ponad pół miliona radiostacji pakietowych.

### **Następna generacja Packet**

Modem radiopakietowy różni się od swojego większego "starszego brata" TNC (ang. Terminal Node Controller - sterownik węzła terminalowego) brakiem wbudowanej pamięci do przechowywania odebranych przez radio wiadomości. TNC często nadają się do pracy z większą szybkością transmisji niż tylko 1200 bodów. Większość TNC jest sterowana mikroprocesorem, prowadzi super-zestawy AX.25 zgodnie ze standardem K9NG/GB3RUH i jest wyposażona w duże oprogramowanie sterujące. Są one używane coraz częściej przez operatorów stacji indywidualnych oraz przez operatorów tzw. digipeaterów, które są radiopakietowymi BBSami potrafiącymi samodzielnie

"sortować pocztę" i łączyć się z innymi digipeaterami w pasmie UHF (na przykład 70cm albo 23cm), z większą szybkością (9600 w przypadku tzw. "backbones"). Częstotliwości te nie są zwykle dostępne dla zwykłych użytkowników. Również inne częstotliwości zostały zaproponowane i zarezerwowane dla różnych sposobów stosowania radia pakietowego: doświadczalnego, poszukiwania DXów, połączeń z BBSami, łączności klawiatura - klawiatura i backbones. Takie określenia jak węzły, trunking, sysopi (system operator - operator systemu) i poczta elektroniczna są od wielu lat w użytku pomiędzy użytkownikami radia pakietowego.

Wiadomość wysłana ze znakiem wywoławczym adresata i ścieżką poszukiwania przekazników dotrze do pożądanego radioamatora. Może ona wędrować przez wiele backbones i digipeaterów, przebędzie wiele kilometrów i czasem trzeba kilku dni zanim dotrze do mailbox (skrzynki pocztowej) adresata. Dopóki adresat nie odbierze swojej poczty, pozostaje ona w pamięci TNC przekaznika, którego "abonentem" jest adresat. Wielu radioamatorów ma prosty transceiver i, stary PC, czuwające jedynie po to, aby pobierać pocztę ze swojego lokalnego digipeatera. Są także instalacje 70cm (jak Azden PCS-9600D), o szybkości transmisji 9600 bodów, przeznaczone wyłącznie do pakietowego radia.

Warto pamiętać, że istnieją specjalne przepisy licencyjne dla stacji bezałogowych, takich jak digipeatery i backbones. W tych wszystkich wypadkach lokalne władze będą wymagały (na terenie Wielkiej Brytanii):

- (1) odpowiedzialnego licencjonowanego radioamatora,
- (2) bezpieczeństwa elektrycznego,
- (3) możliwości wyłączenia stacji na wypadek niebezpieczeństwa.

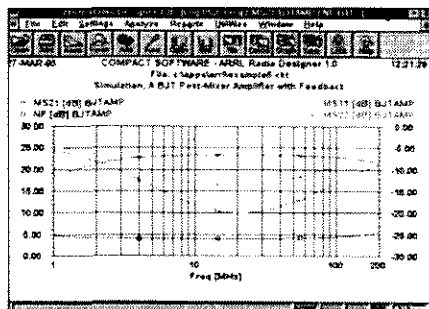
Do pakietów o szybkości 9600 bodów nie używa się już kluczkowania tonowego, tylko bezpośredniego kluczkowania nośnej (F1D zamiast F2B). Istnieją obecnie radiopakietowe połączenia satelitarne o szybkości 38,4 a nawet 57,6 kbodów. Jak już wspomniano, przygotowuje to doskonałą podstawę na przyszłość, gdy użytkownicy komputerów zaczną odkrywać przewagę łączności satelitarnej nad telefoniczną. I znowu radioamatorzy będą górować nad innymi. A jeśli chodzi o dalszy rozwój, to węzły radiopakietowe będą wkrótce połączone z Internetem!

Schodząc z powrotem na ziemię, radiopakietowa łączność o małej szybkości jest możliwa za pośrednictwem taniego modemu opartego na TCM3105 (zob. **rysunek 5**), jakiego programu sharewarowego i jakiego starego XT czy AT z napędem dyskieta i portem szeregowym.

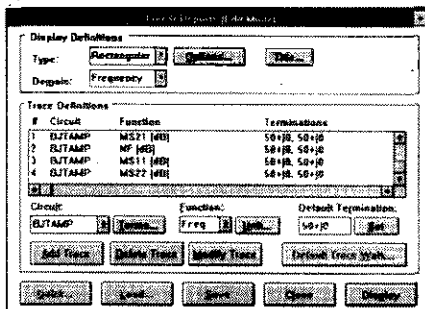
### **Więcej techniki cyfrowej - DSP!**

Cyfrowy procesor sygnałów DSP (ang. Digital Signal Processor) może pomóc w odtwarzaniu bardzo słabych sygnałów z czegoś, co brzmi jedynie jak mnóstwo szumu. Oparte na DSP "noise killers - niszczytele szumów", takie jak DSP9+ firmy Timewave (rys. 10) czy model 784 firmy MFJ, są wyposażone w dające się dowolnie kształtować filtry, na przykład do szerokości pasma 1kHz dla SSB. Filtry DSP umożliwiają nawet rozdzielanie stacji CW, oddległych o 80Hz. Zaletą DSP jest całkowity brak tłumionych oscylacji (ringing) wywoływanych przez filtry i najlepsze z możliwych oddzielenie szumów pasma (za pomocą antyszumu). Ich wadą jest wymaganie od nadajnika bardzo wysokiej stabilności częstotliwości. Procesory DSP, jak DSP9+ są adaptowalne, to znaczy można je "nauczyć" wydzielania nawet najsłabszych sygnałów i nie wymagają żadnych modyfikacji odbiornika. Praca DSP różni się całkowicie od tradycyjnego analogowego filtrowania i uważa się, że działa lepiej niż najlepsze używane przez DXowców analogowe filtry samotrasujące i double-notch. Wojskowe zastosowanie DSP nie jest więc zaskakujące!

Według Timewave: "redukcja szumów



Rys. 10a. Raport dla wzmacniacza tranzystorowego, przewidzianego do użycia po podwójnie zrównoważonym mieszaczu diodowym, przedstawiony przez program ARRL Radio Designer.



Rys. 10b. Okienko Linear Reports (tryb edycji) dla wzmacniacza umieszczanego po mieszaczu.



Rys. 10c. Edytor schematów i wszystkie trzy (wstępnie zdefiniowane) raporty dla prostego przedwzmacniacza JFET (przykład).

przez DSP9+ polega na poszukiwaniu charakterystyki sygnału i szumu tzw. "korelacji" i dynamicznym odfiltrowaniu niepożądanego szumu (przy pomocy filtrów pasmowych o stromych zboczach i liniowej charakterystyce fazowej). Stopień korelacji jest względny. Szum przypadkowy, jak szum biały lub statyczny, jest nieskorelowany. Mowa jest średnio skorelowana. Czyste tony, jak heterodyna, są skorelowane w wysokim stopniu. DSP9+ mierzy

korelację i automatycznie odfiltrowuje szumy znajdujące się poza progami korelacji". Komputer opanował hobby radiowe w więcej niż jeden sposób. Obecnie komputery są używane do projektowania i symulacji układów elektronicznych i to nie tylko prądu stałego i audio! Powstaje rosnąca liczba programów (do Windows) dla radioamatorów, na przykład pakiet ARRL Radio Designer (*rysunek 10*) czy WISP, pakiet

programów narzędziowych firmy Am-sat, do działania przez satelity cyfrowe (PacSat) plus oprogramowanie "śledzące". Wielu radioamatorów używa także komputerów do rejestrowania (logowania) swoich kontaktów radiowych. Najnowsze wersje tych programów działają pod Windows i mogą rejestrować półautomatycznie. Programy takie są szczególnie użyteczne w czasie zawodów.

# WES

ELEKTRONIKA  
ELEKTROTECHNIKA  
SYSTEMY STEROWANIA

02-743 Warszawa ul. J. S. Bacha 22, tel. (022) 43 17 68, fax. (022) 40 57 54

**Wypróbowany partner  
w automatyzacji przemysłu  
oferuje niezawodne i tanie:**

- >> PROGRAMOWANE STEROWNIKI LOGICZNE**  
mikroprocesorowe sterowanie obiektami przemysłowymi
- >> ZBLIŻENIOWE CZUJNIKI INDUKCYJNE**  
sygnalizacja ruchomych części maszyn
- >> CZUJNIKI POJEMNOŚCIOWE**  
reakcja na zbliżenie tworzyw, drewna, cieczy itd.
- >> INDUKCYJNE CZUJNIKI RUCHU**  
kontrola prędkości części metalowych
- >> KONTROLERY SILNIKÓW TRÓJFAZOWYCH**  
kolejność i poziom faz, temperatura silnika
- >> REGULATORY TEMPERATURY**  
regulacja dwupołożeniowa z czujnikiem krzemowym
- >> UKŁADY ODTWARZANIA MOWY**  
sterowany odczyt komunikatów, alarmów, reklam

**Zapraszamy!**

## Klisze do płytek drukowanych

- błyskawiczne naświetlanie dowolnie skomplikowanych projektów;
- dowolne rozmiary ścieżek i punktów lutowniczych bez konieczności dopasowywania projektu do przestroni dostępnego fotorolera;
- film w negatywie lub pozytywie - możliwość łatwego przygotowania filmu dla każdej technologii wykonania płytki oraz solder-maski i opisów;
- możliwość skontrolowania na miejscu wymiarów z dokładnością do 30 mikrometrów;
- możliwość przesłania zbioru modelem - osobiście tylko odbiór filmów.

**PRZYJMUJEMY PLIKI W FORMATACH:  
GERBER i POSTSCRIPT.**

Ponadto oferujemy przygotowanie klawiatur foliowych oraz skład, druk, kopiowanie i oprawę ulotek reklamowych.

01-164 Warszawa; ul. Radziwiłł 13; tel./fax/ans 37 37 14; tel. 37 05 65; 37 80 43; tel. 37 80 20 (9.00-16.00); modem 37 80 20 (16.00-9.00)

**SOFT**  
Sp. z o.o. design

# GUGLIELMO MARCONI

## OJCIEC RADIA



*W tym roku mija sto lat od pierwszego pokazu nadającego się do praktycznego użytku systemu radiowego, który Marconi zorganizował niedaleko Bolonii w północnych Włoszech. Były to początki, z których rozwinęła się radiotechnika, a jej animator wyrósł na jedną z największych postaci w historii radia. Nie ma wątpliwości, że bez jego energii i pomysłowości radio nie byłoby dziedzina tak zaawansowaną, jaką jest obecnie.*

Ian Poole

### Wychowanie

Guglielmo Marconi urodził się w Bolonii w roku 1874. Jego ojciec, Giuseppe Marconi, był zamożnym przedsiębiorcą.

We wczesnej młodości Guglielmo dużo podróżował towarzysząc matce w jej zagranicznych wjazdach. Natomiast w czasie pobytów w domu pobierał

nauki prywatnie. Gdy rozpoczął naukę w szkole średniej, nie wykazywał nieśwasty oznak swojej przyszłej błyskotliwości, a zasób dotychczas zdobytej

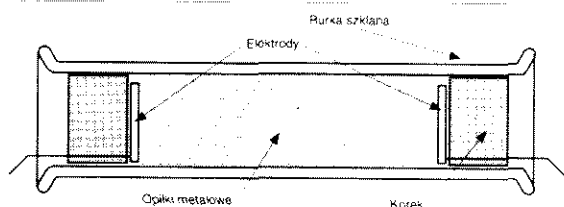
wiedzy okazał się niedostateczny. Porzucił w końcu formalną naukę nie osiągnąwszy żadnych kwalifikacji.

Pomimo tego, ostatnie lata nauki spowodowały jego żywe zainteresowanie fizyką. Widząc to, jego matka zaaranżowała dla niego kilka prywatnych lekcji u profesora Righi - przyjaciela rodziny i wykładowcy na Uniwersytecie w Bolonii. Po przeczytaniu jednego z artykułów swojego nauczyciela Marconi żywo zainteresował się nowo odkrytymi falami Hertza.

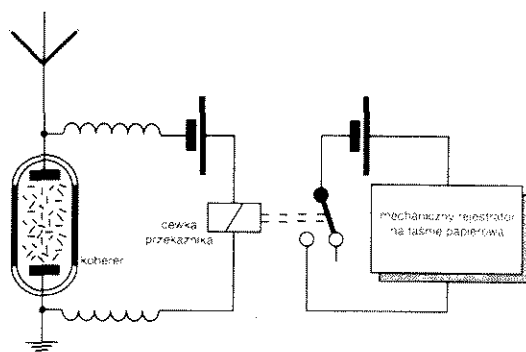
### Pierwsze eksperymenty

Natychmiast zaczął powtarzać niektóre z oryginalnych doświadczeń Hertza. W eksperymentach tych Hertz wywoływał przeskok iskry w iskierniku obwodu nadawczego, rezultatem czego był przeskok mniejszej iskry, w znacznie mniejszej przerwie iskrowej, w umieszczonym w pobliżu obwodzie. Używając takiego zestawu Marconi potrafił odległość pomiędzy obwodami zwiększyć do kilku metrów. Marconi zrozumiał, że metoda detekcji wyladowania nadawczego była bardzo mało czuła. Celem jej zwiększenia wykonał koherer, urządzenie wynalezione przez Francuza, Eduarda Branly, przystosowane później do użycia z falami Hertza przez angielskiego badacza, sir Olivera Lodge.

Koherer był wypełnioną opiłkami metalu szklaną rurką, do której z obu stron wprowadzono elektrody, jak to pokazano na **rysunku 1**. Normalnie oporność

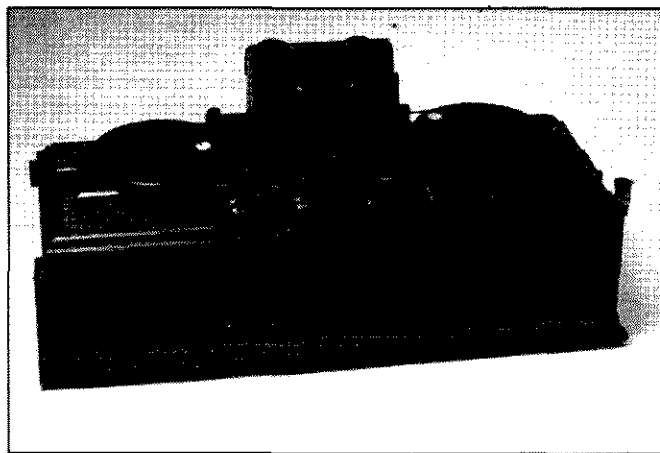


Rys. 1. Przekrój koherera



Rys. 2. Schemat elektryczny wczesnego radioodbiornika.





Rys. 3. Wygląd i zbliżenie wczesnego detektora magnetycznego: Za zgodą G.C. Arnold Partners.

między elektrodami jest bardzo duża, ale odebranie sygnału iskrowego wywołuje przylgnięcie opłatków do siebie (koherencję) zmniejszając oporność i ułatwiając przepływ prądu między elektrodami. Mogło to na przykład posłużyć do uruchomienia dzwonka. Lekkie puknięcie w rurkę młoteczkim dzwonka wywoływało ponowną separację opłatków. Gdy sygnał trwał dłużej, można było dzięki temu uzyskać powtarzający się dźwięk dzwonka.

Marconi nie był zadowolony z działania koherera i postanowił go ulepszyć. Brakowało mu podstaw matematyki, zaczął więc eksperymentować z opłatkami metalu o różnym składzie i wkrótce znalazł o wiele lepszą kompozycję od tej, której użył Branly. Takie właśnie praktyczne i doświadczalne podejście doprowadziło Marconiego do tak wielu odkryć.

W niedługim czasie Marconi przy pomocy swojego systemu z nadajnikiem, takim jak pokazany na **rysunku 4**, mógł znacznie powiększyć zasięg. W czasie licznych swoich doświadczeń obsługiwał nadajnik w domu, a jeden z pracowników jego ojca znajdował się niedaleko w polu z odbiornikiem. Odebranie sygnału było sygnalizowane przez powiewanie flagą, ale gdy odbiornik skrył się za wzgórzem, do sygnalizacji trzeba było używać wystrzału ze strzelby.

Gdy został osiągnięty zasięg około 2km, rodzina Marconich zdecydowała, że nadszedł czas na próbę zainteresowania władz możliwością wykorzystania pomysłu. Pierwszy pokaz dla włoskiego Ministerstwa Poczty i Telegrafów odbył się w roku 1895. Jednak przedstawiciele ministerstwa odrzucili ofertę, nie potrafili bowiem dostrzec w radiu żadnych korzyści w stosunku do używanego systemu telegrafii przewodowej.

### Przeprowadzka do Anglii

Marconi poczuł się oczywiście rozczarowany odmową władz włoskich. Nie zniechęciło go to jednak i rodzina zdecydowała, że w Anglii, gdzie matka Marconiego miała wielu krewnych, prawdopodobnie można będzie znaleźć więcej możliwości.

Po przyjeździe w 1896 do Londynu, Marconi wraz z matką spotkał się z jej kuzynem, który sam był inżynierem. Przedstawił on Marconiego A.A. Campbellowi Swintonowi, który dostrzegł w pomysłach potencjalne możliwości i zaaranżował pokaz dla Williama Pierce'a, ówczesnego głównego inżyniera Poczty. Pokaz wywarł na nim silne wrażenie, ale z przyczyn biurokratycznych Poczta niespiesznie reagowała na oferty.

Marconi zorganizował w tym czasie szereg dalszych pokazów, niektóre również dla prasy, które zostały przyjęte bardzo przychylnie. W rezultacie postanowił on utworzyć własne przedsiębiorstwo. Powstało ono w lipcu 1897 pod nazwą "Wireless Telegraph and Signal Company Limited". Utworzenie przedsiębiorstwa umożliwiło Marconie-

mu zaciągnięcie kredytów na dalszy rozwój swoich eksperymentów.

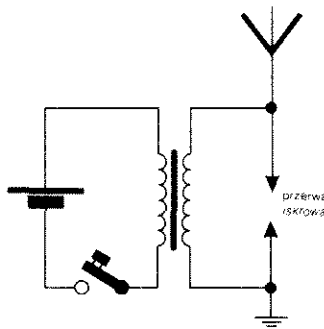
Nie potrzebował wiele czasu do rozpoczęcia dalszych prac. Pod koniec roku 1897 na dachu The Needles Hotel na wyspie Wight wznosił kilka masztów o wysokości ponad 40m, co pozwoliło mu podjąć próby łączności ze statkiem pływającym wzdłuż cieśniny Solent. Z tego punktu zdołał osiągnąć zasięg ponad 30km.

Następnie Marconi po raz pierwszy dokonał połączenia międzynarodowego. W 1899 zmontował swoje stacje w Witrereux koło Boulogne, we Francji, i w South Foreland w hrabstwie Kent, w Anglii. Pionem tych doświadczeń, poza sporym rozgłosem w prasie, było ważne odkrycie: nastąpił nieoczekiwany odbiór sygnałów w fabryce Marconiego w Chelmsford. Do tej chwili bowiem uważano, że fale radiowe mogą rozchodzić się tylko w zasięgu wzroku.

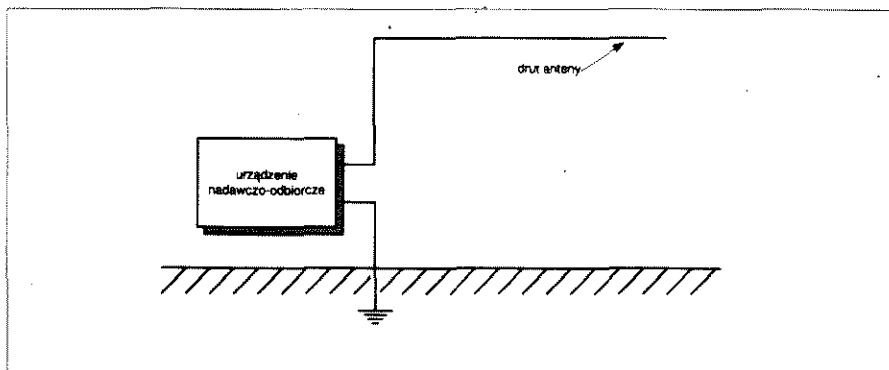
### Wyzwanie dla Atlantyku

Po tym odkryciu Marconi zaczął myśleć o łączności na jeszcze większe odległości. Dowód, że można porozumiewać się ze statkami na Atlantyku, mógłby otworzyć nowy wielki rynek dla jego wyrobów. Marconi zdecydował się zatem na próbę nawiązania łączności przez Atlantyk. Było to jednak wielkie wyzwanie, zarówno ze względu na problemy techniczne, jak i niezbędne do ich rozwiązania środki finansowe.

Pierwszą ze swoich stacji zmontował w Poldhu w Kornwalii, w Anglii. Wznosił tam pierścień dwudziestu masztów o wysokości ponad sześćdziesięciu metrów, podtrzymujących stożek z drutów tworzący antenę. Podobna antena została wzniesiona w stacji po drugiej stronie Atlantyku w Ca-



Rys. 4. Schemat elektryczny jednego z pierwszych nadajników Marconiego.



**Rys. 5. Antena "odwrócone L" czyli antena Marconiego.**

pe Cod w Massachussets, w USA. Niestety, konstrukcja mechaniczna tych anten była kiepska i ta w Poldhu została całkowicie zniszczona przez wicher. Antena w Cape Cod też okazała się niepewna, odkształcając się w czasie silniejszych wiatrów. Z typową dla niego nieustępliwością Marconi nie ugiął się przed tymi niepowodzeniami i nie porzucił swoich marzeń. Zabrał się do odbudowy stacji w Poldhu, tym razem jednak zastosował mniejszą i solidniejszą konstrukcję anteny. Zdecydował także, dla skrócenia odległości, przenieść swoją amerykańską stację do Nowej Fundlandii w Kanadzie. Trzeba było także użyć prostszych anten z drutu, podtrzymywanych przez latawce lub balony. Doświadczenia zaczęły się w grudniu 1901 od nadawania z Poldhu. Niestety, pogoda w Nowej Fundlandii była zła i latawiec podtrzymujący antenę poruszał się gwałtownie na wietrze, utrudniając strojenie odbiornika. Oprócz tego sygnały były bardzo słabe i Marconi uciekł się do użycia "samoregenerującego się koherera" i czulej pary słuchawek. Ten rodzaj koherera był wczesną formą prostownika i umożliwiał detekcję sygnałów w podobny sposób jak w nowoczesnych odbiornikach. Stosując go Marconi ze swoim pomocnikiem zdołał odebrać tylko literę "S", nadaną z drugiej strony Atlantyku. Wiadomość o tym została entuzjastycznie przyjęta przez prasę i Marconi został obwołany bohaterem.

## Dalsze postępy

Wprawdzie Marconi dowiódł, że pokonanie Atlantyku jest możliwe, to nie udało mu się dotąd dowieść, że można utrzymywać niezawodną łączność na tę odległość. Aby to osiągnąć, zmontował kolejną stację na wyspie Cape Breton w Kanadzie. Tu znowu zawaliła się antena, dowodząc tym samym, że w udo-

skonalenie konstrukcji anten trzeba włożyć więcej pracy.

Wkrótce potem, gdy był już z powrotem w Anglii, testując nową antenę spostrzegł, że drut pochylony w kierunku nadajnika odbierał silniejszy sygnał. Po dalszych ulepszeniach narodziła się antena zwana "odwróconym L" albo anteną Marconiego (**rysunek 5**). Stała się ona standardem w jego instalacjach i jest używana do dzisiaj.

Gdy było już jasne, że da się stworzyć praktyczną i niezawodną łączność pomiędzy statkami i lądem, liczba instalacji zaczęła rosnąć. Pierwsza użytkowa radiostacja na statku handlowym została ukończona w roku 1900, w 1902 aparatura Marconiego była już używana w sumie na siedemdziesięciu statkach, a w 1910 liczba ta wzrosła do 250. W wielu tych radiostacjach stosowano detektor magnetyczny (**rysunek 3**). Była to jeszcze jedna z konstrukcji Marconiego, czulsza od poprzednich. Dawą to produktom Marconiego przewagę nad wyrobami konkurentów.

## Krótsze fale

W pierwszych systemach łączności dalekosiężnej stosowano bardzo długie fale, często dłuższe od 2000m. Jednakże w latach 1920 podjęto próby sprawdzenia możliwości stosowania fal krótkich. Marconi także rozpoczął eksperymenty na tym polu. W 1923 zmontował nadajnik w Poldhu i sprawdzał natężenie sygnału na morzu w miarę odpływania. Zauważył, że początkowo słabło, ale w odległości około 4000km stwierdził, że sygnał był silniejszy niż sygnały nadajników długofalowych bardzo dużej mocy. Było tak, pomimo że nadajnik krótkofalowy był znacznie mniejszej mocy.

Po stwierdzeniu użyteczności fal krótkich zaczęło je używać wiele organizacji. Rządowi brytyjskiemu była potrzebna sieć radiostacji, łączących różne punkty Imperium Brytyjskiego. Przed-

siębiorstwo Marconiego zawarło kontrakt z rządem i w bardzo krótkim czasie zainstalowało tę sieć. Pomimo że była to w większości całkowicie nowa technologia, system ten okazał się niezawodny i był w użyciu przez ponad czterdzieści lat.

W następnych latach Marconi dążył do stosowania coraz krótszych fal, używając fal o długości około jednego metra. Było to tym łatwiejsze, że na rynku pojawiły się lampy elektronowe pracujące na tych częstotliwościach. Dla sprawdzenia użyteczności tego nowego zakresu Marconi zainstalował łącze krótkofalowe pomiędzy Watyką i Castel Gandolfo, letnią rezydencją papieża.

## Ostatnie lata

W późniejszych latach Marconi włączył się aktywnie w życie polityczne swoich ojczystych Włoch. Został wybrany do włoskiego Senatu i podejmował dla swego kraju wiele misji dyplomatycznych. Jednakże w ciągu ostatnich lat życia jego aktywność była coraz bardziej ograniczana przez pogarszający się stan zdrowia. W lipcu 1937 Guglielmo Marconi zmarł w wieku zaledwie 63 lat.

Wpływ, jaki Marconi wywarł na technikę radiową, był tak wielki, że w dzień po jego śmierci na jego cześć wszystkie transmisje radiowe zamilkły na dwie minuty. ■

## SCHEMATY i INSTRUKCJE SERWISOWE do TV VIDEO HIFI itp.

oraz części i podzespoły elektroniczne  
Okolo 200 tys. pozycji. Sprzedaż wysyłkowa.

**KLAR PSP 74-320** Barlinek,  
ul. Chopina 11a, tel/fax 61-974

## JAMAX ELECTRONICS

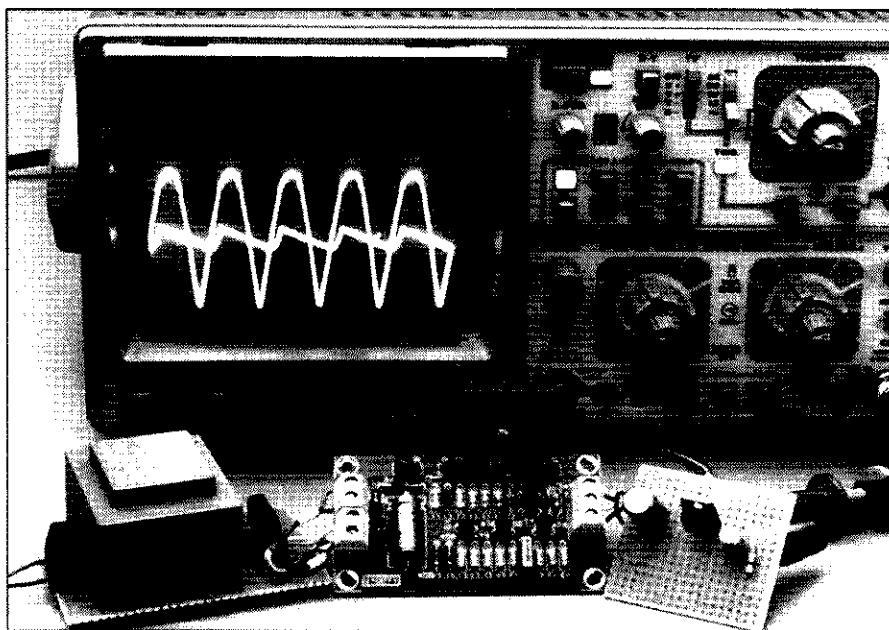
Magazyn: Pn. - Pt. od 9<sup>00</sup> do 15<sup>00</sup>  
ul. Pogonowskiego 28 (dawny Zaulek 28)  
01-564 Warszawa tel./fax 39-19-30

## HANDEL HURTOWY ELEMENTAMI ELEKTRONICZNYMI

- Diody
- Przekazniki
- Transoptory
- Tranzystory
- Tyntystory; triaki
- Układy scalone

Okolo 1000 pozycji w magazynie  
po atrakcyjnych cenach

# OGRANICZNIK STRAT MOCY W ZASILACZACH STABILIZOWANYCH



**Problem strat mocy w układach zasilaczy stabilizowanych, co objawia się zwykle w postaci wydzielania się ciepła, zazwyczaj rozwiązywany jest przez zastosowanie radiatorów. Prezentowany układ ograniczania mocy strat stanowi rozwiązanie znacznie bardziej finezyjne, a przy tym może współpracować ze zdecydowaną większością układów zasilających.**

C. Zschocke

Amplituda napięcia zmiennego na uzwojeniu wtórnym transformatora w układach zasilaczy stabilizowanych, przy wykorzystaniu szeregowych

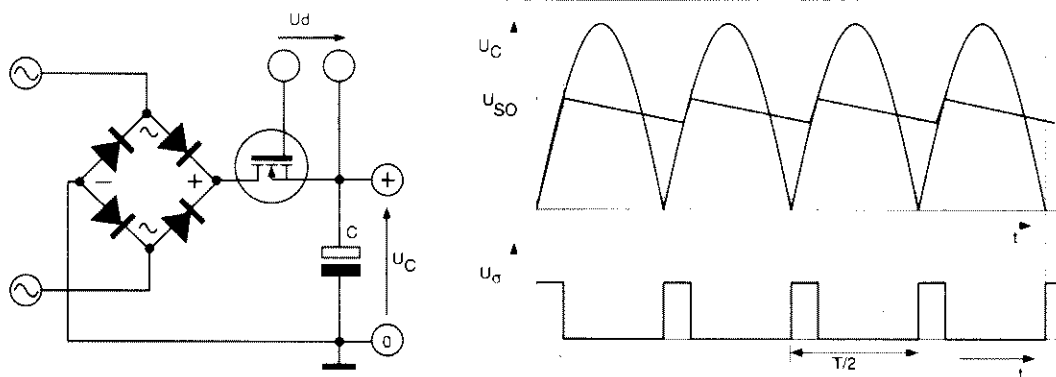
elementów regulacyjnych, dobierana jest zazwyczaj tak, by dla maksymalnego napięcia wyjściowego zasilacza i maksymalnego obciążenia napięcie

na kondensatorze C (*rysunek 1*) nie spadało poniżej wartości zapewniającej poprawne działanie scalonego stabilizatora napięcia. Gdy układ pracuje z napięciem wyjściowym i obciążeniem poniżej wartości maksymalnych, nadwyżka mocy jest tracona w postaci ciepła.

Należy przy tym pamiętać, że układ zasilacza i stabilizatora jest zazwyczaj zaprojektowany tak, by dostarczał maksymalnego napięcia i prądu dla pewnego minimalnego poziomu napięcia sieciowego, dlatego przy nominalnym napięciu sieci straty te już są duże. Może się także zdarzyć sytuacja, w której napięcie wtórne będzie zbyt wysokie i w przypadku najwyższych wartości napięcia sieciowego i jałowej pracy zasilacza zostanie przekroczony maksymalny dopuszczalny napięcie kondensatora i maksymalne napięcie wejściowe stabilizatora scalonego. Wydaje się, że w przypadku większości układów zasilających wartości maksymalnych napięć kondensatora i wejściowych napięć stabilizatorów napięcia są wyższe niż jest to rzeczywistość niezbędne.

## Możliwości rozwiązań

Nieekonomiczne rozwiązanie przedstawione we wstępie może być ulepszone na kilka sposobów. Przykładowo, można przy pomocy przekaźników



Rys. 1. Zasada działania ogranicznika mocy strat.

przełączać napięcia wtórne stosownie do potrzeb wynikających z aktualnego obciążenia. Niestety, jest to możliwe tylko w przypadku użycia specjalnego, a więc bardzo drogiego transformatora. Innym wyjściem jest zastosowanie regulacji kąta przepływu prądu. Towarzyszą temu jednak przełączania prądów o znacznych natężeniach, powodujące zakłócenia w sieci. Kolejnym mankamentem jest konieczność zastosowania kosztownych kondensatorów pracujących przy impulsach prądu o dużym natężeniu.

Wykorzystana w przedstawianym rozwiązaniu trzecia możliwość polega na przerywaniu procesu ładowania kondensatora w momencie osiągnięcia przez napięcie na tym kondensatorze pewnej wartości progowej. Układ taki, w który można wyposażyć większość zasilaczy stabilizowanych, umożliwia minimalizację strat mocy oraz dodatkowe ograniczenie strat w przypadku zwarcia stabilizatora lub zadziałania układu ograniczania prądu. Układ ten może być wykorzystany do współpracy z zasilaczami wysokoprądowymi, z zasilaczami obydwo polaryzacji, ma niewielkie rozmiary, a skonstruowany jest wyłącznie z tanich, łatwo dostępnych elementów.

## Zasada działania

Przełącznik elektroniczny, np. tranzystor SIPMOS zostaje umieszczony między prostownikiem a kondensatorem (rys. 1). Na początku każdego cyklu przełącznik jest zamknięty ( $U_c > 3V$ ). Kondensator jest ładowany prądem płynącym z prostownika, a napięcie  $U_c$  na kondensatorze nadąża za wyprostowanym napięciem. W momencie osiągnięcia przez napięcie  $U_c$  poziomu  $U_{so}$ , niezbędnego dla uzyskaniażądanego napięcia wyjściowego  $U_o$ , przełącznik jest otwierany i pozostaje otwarty do końca połowy cyklu. Poziom  $U_{so}$  powinien być dobrany w taki sposób, żeby podczas tej części cyklu, w której kondensator nie jest ładowany, napięcie  $U_c$  nie spadło poniżej poziomu  $U_r$ . Napięcie  $U_{so}$  jest sumą żądanego napięcia wyjściowego, spadku napięcia na stabilizatorze scalonym  $U_d$  oraz różnicy napięć wynikającej z procesu rozładowywania kondensatora  $C$ . Różnica  $\Delta U$  między  $U_c$  i  $U_{so}$ , czyli szeregowo napięcie oddcinające  $U_{so(m)}$ , jest łatwa do wyznaczenia jako wprost proporcjonalna do prądu ładującego kondensator, a więc:

$$\Delta U = \frac{I \cdot t}{C}$$

gdzie  $I$  oznacza natężenie prądu ładującego kondensator,  $t$  - czas przepływu prądu,  $C$  - pojemność. Tak więc:

$$U_{so} = U_o + U_d + \Delta U = U_o + U_d + \frac{I \cdot t}{C}$$

W przypadku prostowania dwupołowego czas  $t$  jest równy połowie okresu napięcia sieciowego  $T/2$ . Wtedy:

$$U_{so} = U_o + U_d + \frac{I \cdot T}{2C}$$

Jeśli teraz za  $I$  podstawiona zostanie wartość maksymalnego prądu wyjściowego  $I_{o(m)}$ , maksymalny spadek napięcia na elemencie regulacyjnym wyniesie:

$$U_{so(m)} = U_{so} - U_o = U_d + \frac{I_{o(m)} \cdot T}{2C}$$

Chwilowa moc strat wynosi wobec tego:

$$P_r = I_o \cdot U_{so(m)} = I_o \left[ U_d + \frac{I_{o(m)} \cdot T}{2C} - \frac{I_o \cdot T}{4C} \right]$$

Przykład: zasilacz stabilizowany z kondensatorem o pojemności  $3300\mu F$  ma dostarczyć napięcia wyjściowego  $0...15V$  przy maksymalnym prądzie obciążenia  $1A$ . Ponieważ spadek napięcia na stabilizatorze scalonym wynosi  $3V$ , minimalne napięcie na kondensatorze  $U_c$  wynosi  $18V$ . Bez ograniczania maksymalna moc tracona w stabilizatorze scalonym jest więc równa  $18V \cdot 1A = 18W$ . Straty takie mogą wystąpić w przypadku bardzo niskiego napięcia wyjściowego i maksymalnego natężenia prądu - a więc w warunkach zwarcia wyjścia stabilizatora. Jeśli zostało zastosowane ograniczanie mocy strat, napięcia na kondensatorze powinno wynosić tylko:

$$U_{so} = U_o + U_d + \frac{I_o \cdot t}{C} = 0 + 3 + \frac{1 \times 10^{-2}}{3300 \times 10^{-6}} = 3,03V$$

Maksymalna moc strat zostaje zredukowana do:

$$P_{r(m)} = I_o \left[ U_d + \frac{I_{o(m)} \cdot T}{2C} - \frac{I_o \cdot T}{4C} \right]$$

Ponieważ  $I_o = I_{o(m)}$ ,

$$P_{r(m)} = I_o \left( U_d + \frac{I_{o(m)} \cdot T}{4C} \right) = 1 \cdot \left( 3 + \frac{1 \times 2 \times 10^{-2}}{4 \times 3300 \times 10^{-6}} \right) = 4,5W$$

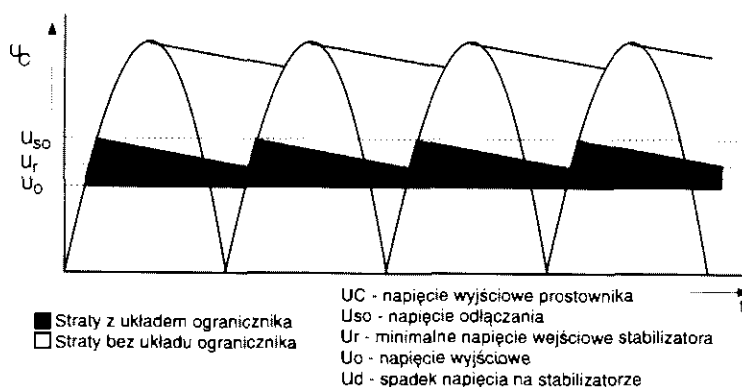
co stanowi istotne ulepszenie.

## Praktyczne rozwiązanie układowe

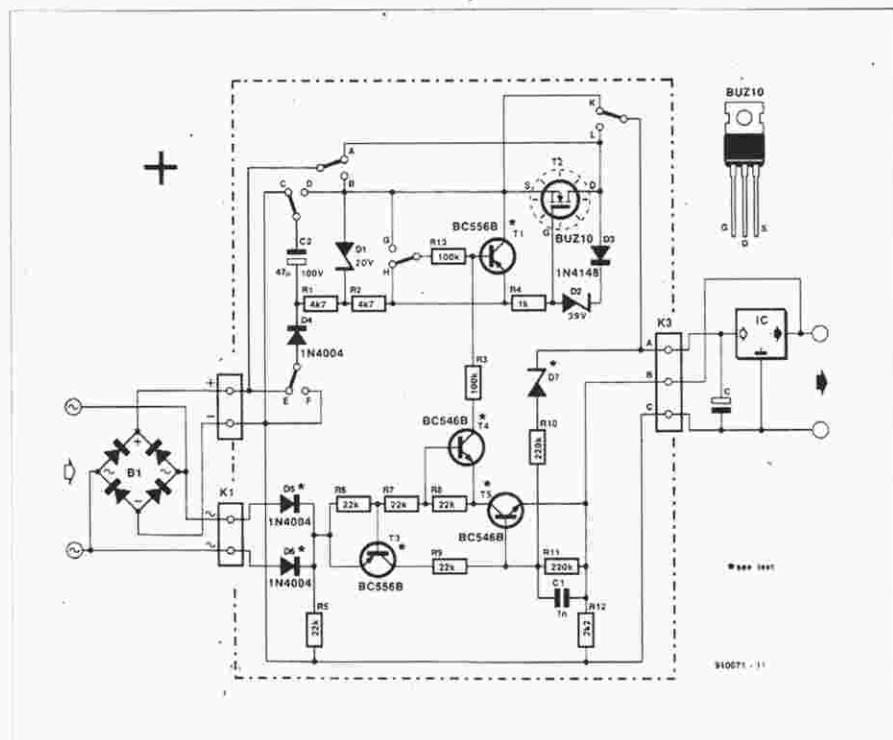
W układzie z **rysunku 3** można wyróżnić następujące bloki funkcjonalne: układ sterujący przełącznikiem prądu ( $T_2$ ), sam przełącznik oraz "tyrystor" złożony z tranzystorów  $T_3$  i  $T_5$ , którego katoda połączona jest z wyjściem stabilizatora scalonego.

Tyrystor jest zapalany przez diodę Zenera  $D_7$  w momencie, gdy napięcie na stabilizatorze scalonym przekracza sumę napięcia Zenera diody  $D_7$  oraz napięcia baza-emiter  $T_5$ , a wyłącza się sam tuż przed wystąpieniem następnego przejścia przez zero wyprostowanego napięcia. Aby to zapewnić, tyrystor jest odłączany od prostownika i przełącznika  $T_2$  przez elementy  $D_4$ ,  $D_6$  i  $R_5$ .

Kiedy tyrystor jest włączony, tranzystor  $T_4$  powoduje włączenie tranzystora  $T_1$  i w konsekwencji zablokowanie  $T_2$ . Tranzystor  $T_4$  oraz  $R_3$  separują tyrystor i przełącznik  $T_2$ . Elementy  $D_4$  i  $C_2$  zapewniają odpowiednie napięcie zamykające przełącznik  $T_2$ . Dioda



Rys. 2. Straty z ogranicznikiem i bez ogranicznika.



# WYKAZ ELEMENTÓW

## Rezystory

R1, R2: 4,7kΩ  
R3, R13: 100kΩ  
R4: 1kΩ  
R5...R9: 22kΩ  
R10, R11: 220kΩ  
R12: 2,2kΩ  
R13: 100kΩ

## Kondensatory

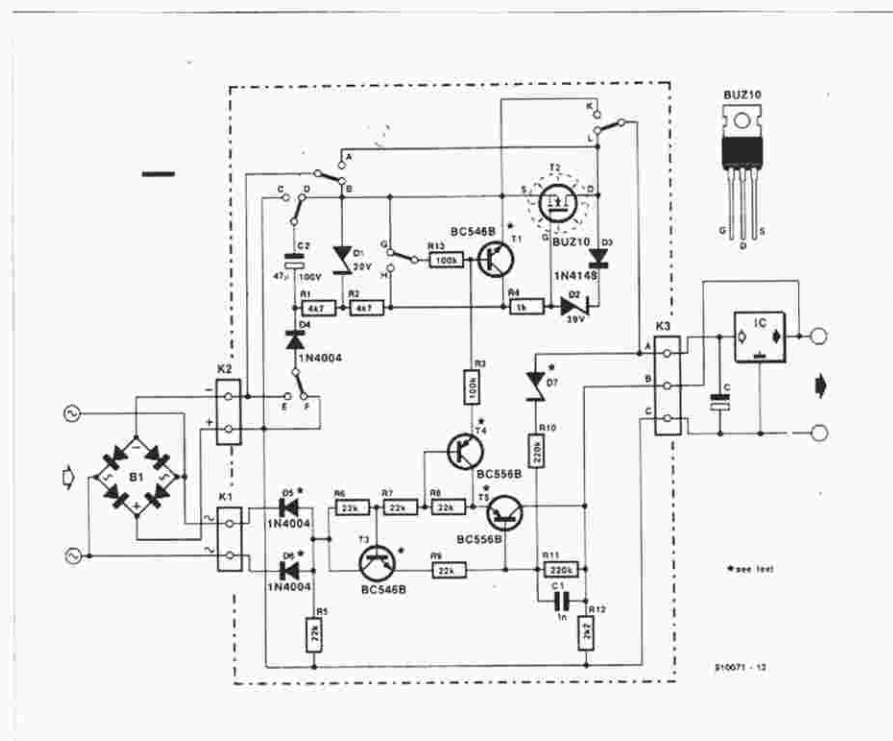
C1: 1nF  
C2: 47μF/100V

## Półprzewodniki

D1: dioda Zenera 20V/400mW  
D2: dioda Zenera 39V/400mW  
D3: 1N4148  
D4...D6: 1N4004  
D7: patrz tekst  
T1, T3: BC556B (zasilacz napięcia dodatniego), BC546B (zasilacz napięcia ujemnego)  
T2: BUZ10 lub BUZ11 (patrz tekst)  
T4, T5: BC546B (nap. dodatnie), BC556B (nap. ujemne)

## Różne

K1, K2: złączka przewodowa podwójna  
K3: złączka przewodowa potrójna  
radiator do T2  
płytki drukowane nr kodu 910071



Rys. 3. Schematy elektryczne obu wersji ogranicznika (dla dodatniego i ujemnego napięcia).

Zenera D1 zabezpiecza obwód bramka-źródło T2 przed wysokim napięciem.

Indukcyjność transformatora sieciowego powoduje powstanie znacznego napięcia po przerwaniu przepływu prądu, co może zakłócić poprawną pracę T2. Zapobiegają temu elementy D2 i D3, które powodują wyłączenie T2, jeśli zaindukowane wsteczne napięcie

przekracza dopuszczalną wartość. Korzystnym skutkiem indukowania wstecznego napięcia jest wzrost napięcia na C2, dzięki czemu poprawne przełączanie T2 zapewnione jest nawet wtedy, gdy napięcie wyjściowe jest maksymalne.

Rezystor R12 zapewnia poprawność przełączania T2 w warunkach rozwarcia na wyjściu. Moc tracona wów-

czas w tym rezystorze wynosi  $U_{o(m)}^2 / R12$  [W]. Jeśli układ zawsze pracuje z obciążeniem, rezystora R12 można nie stosować.

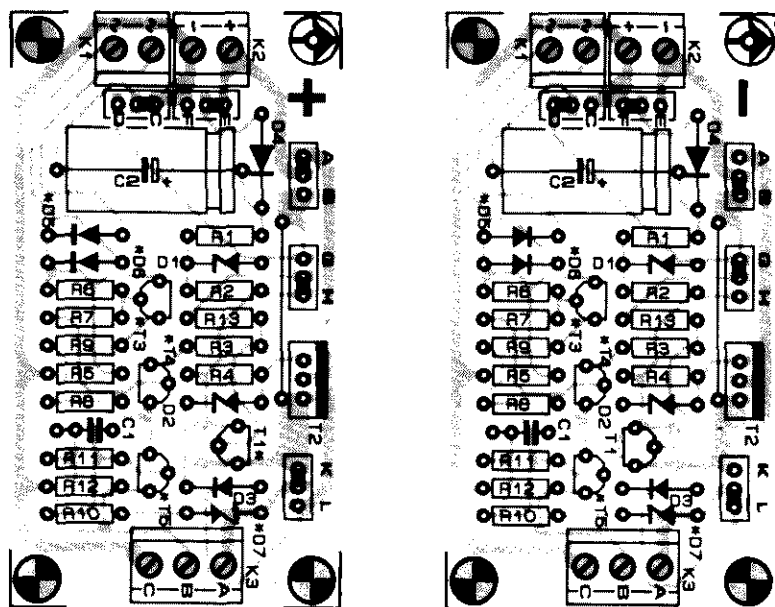
Tranzystor T2 powinien być zamontowany na radiatorze - własnym lub razem z elementem regulacyjnym, przy czym należy izolować T2 od radiatora. Zależnie od wartości elementów, ogranicznik może pracować z napięciami wtórnymi do 50V wartości szczytowej. Nie znając pojemności kondensatora C ani własności transformatora trudno jest określić maksymalny prąd obciążenia. Z całą natomiast pewnością można powiedzieć, że wartości maksymalne impulsów prądu przepływającego przez T2 nie mogą przekroczyć 19A w przypadku tranzystora BUZ10 lub 30A w przypadku BUZ11.

Ogranicznik można stosować w zasilaczach dających prąd do 5A. Prototyp działał prawidłowo przy prądzie obciążenia 10A (kondensator C miał pojemność 10000μF). W wątpliwych przypadkach można połączyć równolegle 2 lub 3 tranzystory SIPMOS.

A oto kilka wskazówek:

- napięcie Zenera D7 powinno wynosić  $U_{so} - 0,7V$  ( $U_{be}$  tranzystora T5);
- maksymalne napięcie wsteczne T2 musi być większe niż maksymalne napięcie na kondensatorze C;
- napięcie Zenera D2 powinno być równe maksymalnemu napięciu wstecznemu T2 pomniejszonemu o 5V;
- dopuszczalne napięcie pracy kondensatora C powinno wynosić  $U_{o(m)}$





Rys. 4. Rozmieszczenie elementów dla obu wersji ogranicznika.

- plus 20V (D1);
- maksymalne napięcie wsteczne T4 powinno być nie mniejsze niż  $U_{SO(m)}$  plus 20V (D1);
- maksymalne napięcia wsteczne tranzystorów T3 i T5 powinny być równe wartości szczytowej wyprostowanego napięcia;
- moc strat rezystora R12 powinna wynosić  $U_{O(m)}^2/R12$  [W];
- wszystkie kable połączeniowe powinny być jak najkrótsze i o odpow-

wiednio dużych powierzchniach przekroju;

- rozmiary radiatora zależne są od transformatora, kondensatora C oraz maksymalnego dopuszczalnego prądu zwarcowego;
- w większości przypadków T2 i regulator można umieścić na wspólnym radiatorze.

## Montaż

Przedstawiony ogranicznik zaprojektowano z myślą o współpracy ze stabilizatorami napięć dodatnich. Układ współpracujący z zasilaczami napięć ujemnych jest podobny, należy jedynie zmienić biegunowość niektórych elementów. Obie wersje najłatwiej jest wykonać wykorzystując płytkę drukowaną przedstawioną na rysunku 4. Mozaika ścieżek tej płytki jest pokazana na wkładce. Różnice między wersjami zaznaczone są gwiazdką (\*). Zaleca się "wzmocnienie" szerszych ścieżek druku przez przylutowanie do nich grubego, pozbawionego izolacji drutu. Cały układ umieszczany jest między prostownikiem i kondensatorem. Do połączeń należy używać krótkich, wysokoprądowych kabli.

Chcesz liczyć, licz na nas!

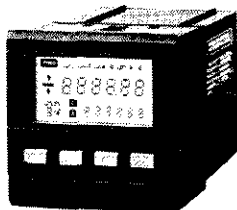
# SIMEX

Sp. z o.o.  
Producent i dystrybutor elektronicznej  
aparatury pomiarowej od 1986 roku

80-556 Gdańsk,  
ul. Wielopole 7  
tel/fax: (058) 43-12-26  
43-03-28  
43-04-42

## OFERUJEMY

- ☑ Liczniki impulsów:
  - elektroniczne z wyświetlaczami LED i LCD,
  - elektromechaniczne,
- ☑ Liczniki mechaniczne, pneumatyczne (np. do pomiaru długości drogi),
- ☑ Liczniki czasu pracy urządzeń - LGS,
- ☑ Czujniki: optyczne, indukcyjne, pojemnościowe,
- ☑ Programowalne Liczniki Przepływu i poziomu mediów stałych i płynnych - PLP [t/h], [l/h], [m<sup>3</sup>/h],
- ☑ Programowane Wskaźniki Wielkości Fizycznych PWWF (0-20mA, 4-20mA, 0-10V...),
- ☑ Sterowniki mikroprocesorowe - AC, położenia - SP,
- ☑ Regulatory, Wskaźniki Temperatury
- ☑ Regulatory, Wskaźniki Ciśnienia
- ☑ Moduły wyświetlaczy LCD
- ☑ Wskaźniki BCD (wysokość cyfr od 10mm do ...),
- ☑ Urządzenia automatyki na zamówienie.



**MERA Sp. z o.o.**

02-363 Warszawa, Al. Jerozolimskie 202  
tel. 23 76 33 lub 23 76 50  
telex 81 47 14, fax 23 87 40

**jako dystrybutor  
firmy francuskiej**



**radiohm**

oferuje w ilościach hurtowych:

- potencjometry, trimery,
- mikrowyłączniki, isostaty,
- dławiki.

Wyroby są zgodne z wymaganiami IEC i mają atest VDE oraz UL.

**DoB  
ELECTRONIC**

Wyróżniony  
przedstawiciel



• **Electronic Welt' 96** - roczny katalog główny Conrad Electronic.

- ✓ Ponad 35 tys. pozycji na ponad 1000 stronach. Bogato ilustrowany
- ✓ Obszerne opisy towarów.
- ✓ To pełna, nowa oferta największego europejskiego domu wysokowego elektroniki już na rok 1996.
- ✓ To klucz do wspaniałego świata techniki i fascynujących rozwiązań.
- ✓ To zajmująca lektura dla początkujących i profesjonalistów.
- ✓ To najlepszy stymulator zainteresowań Twoich dzieci.
- ✓ To niezbędna pomoc w udanych zakupach w **DoB ELECTRONIC**.

**Electronic Welt' 96** dostępny u nas w końcu września.  
Zamów go jednak już teraz telefonicznie, faksem, listownie.

**Miły wydatek o cieszę**

**DoB ELECTRONIC S.C.**

00-628 Warszawa, ul. Marszałkowska 21/25 m 50  
tel/fax: 25 35 64, godz. 8.30-16.30



**Dział "101 układów"** zawiera krótkie opisy użytecznych, aczkolwiek niezbyt skomplikowanych układów. Pismo ELEKTOR tradycyjnie publikuje pełen zbiór ponad stu takich projektów w podwójnym numerze lipcowo-sierpniowym (7/8) oraz grudniowym (12). W polskim wydaniu ELEKTORA ten zbiór został podzielony na części publikowane w kolejnych numerach czasopisma.

## Prosta karta we/wy

### Dane karty wejść/wyjść:

- ✓ 8 wejść o poziomie TTL
- ✓ 8 wyjść z pamięcią danych i buforem mocy
- ✓ 8 ustawianych adresów

Adresy wejść/wyjść ustawia się za pomocą trzech sekcji przełącznika DIP S1. Gdy wszystkie trzy są zwarte, adres wynosi 300<sub>H</sub>. Adresy podane są w tabeli 1.

Adres może być użyty do wpisania danych albo do ich odczytu z karty. Wpisane dane są przechowywane w IC2 i można je otrzymać przez bufor IC5. Właściwości tego bufora są następujące: otwarty kolektor, maksymalne napięcie 50V, maksymalny prąd 500mA. Jego wyjścia są kolektorami tranzystorów Darlingтона, łączącymi z masą. Konsekwencją takiego rozwiązania jest możliwość przełączania na pote-

### Wykaz elementów

#### Rezystory

R1...R3: 10kΩ  
R4...R11: 1kΩ

#### Kondensatory

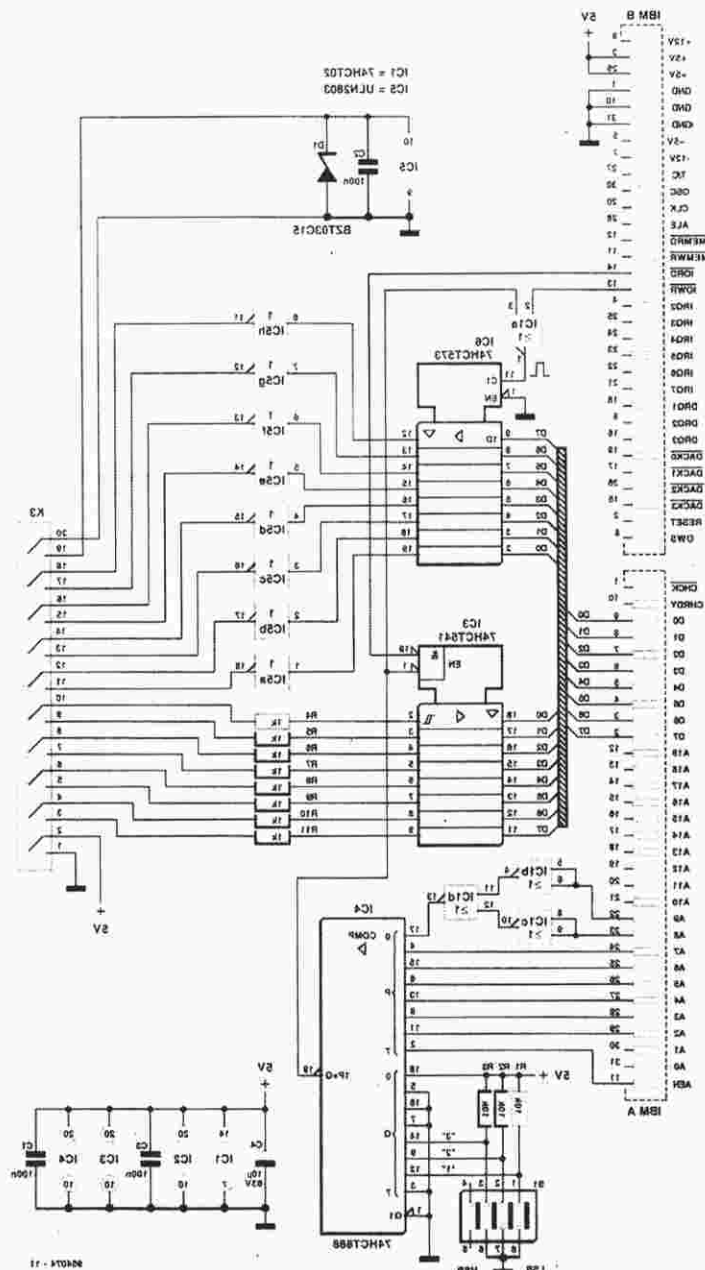
C1...C3: 100nF  
C4: 10μF/63V, leżący

#### Półprzewodniki

D1: BZT03C15  
IC1: 74HCT02  
IC2: 74HCT573  
IC3: 74HC541  
IC4: 74HCT688  
IC5: ULN2803

#### Różne

K1: 20-stykowy, kątowy box-header  
S1: 3- lub 4-sekcyjny przełącznik DIP  
płyta drukowana, nr kodu 954074



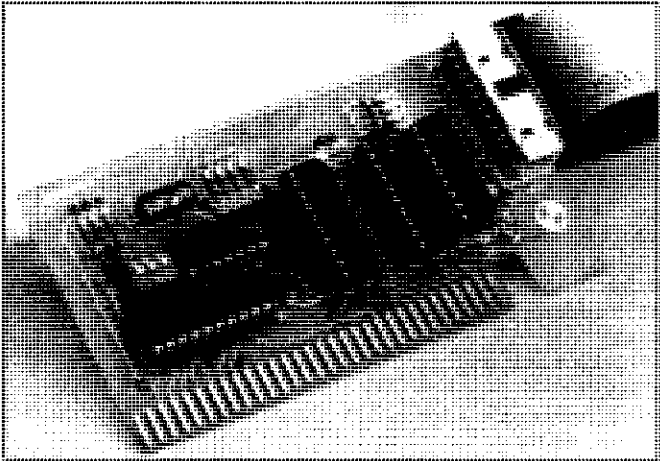
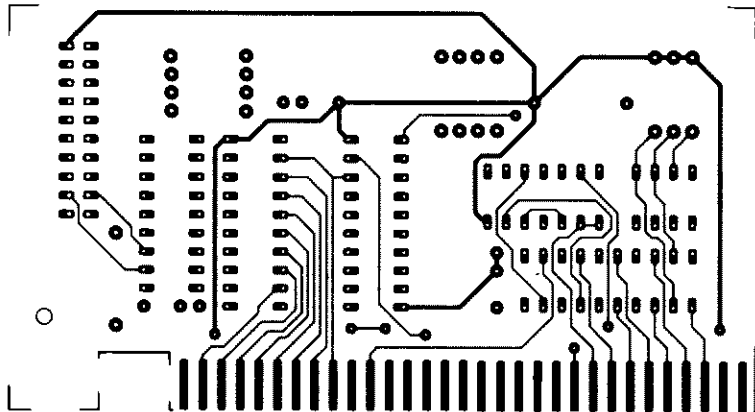
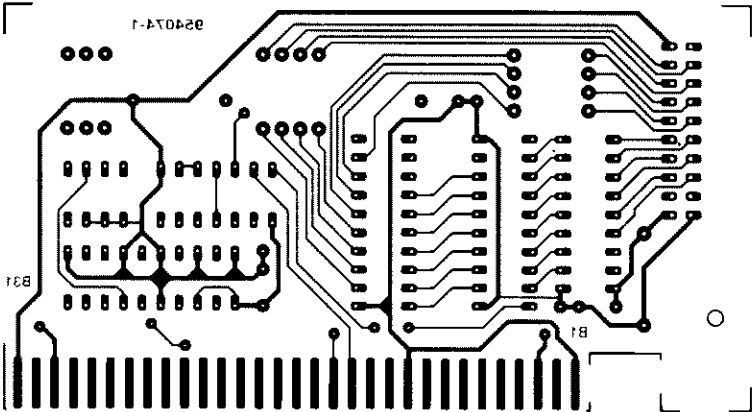
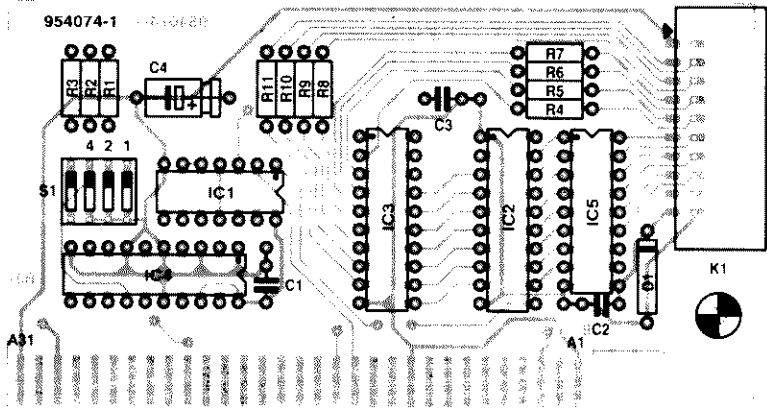
Tab. 1. Adresy wybierane przełącznikiem S1

Adres	"4"	"2"	"1"
300 <sub>H</sub>	ZW	ZW	ZW
304 <sub>H</sub>	ZW	ZW	
308 <sub>H</sub>	ZW		ZW
30C <sub>H</sub>	ZW		
310 <sub>H</sub>		ZW	ZW
314 <sub>H</sub>		ZW	
318 <sub>H</sub>			ZW
31C <sub>H</sub>			

ncjałe wyjściowym wyższym lub niższym od 5V. Potencjał ten musi być doprowadzony z zewnątrz, czyli zewnętrzne obciążenia oraz rezystory podciągające muszą być zasilane względem masy (styk 20 K1) z zewnętrznego zasilacza. W IC1 są wewnętrzne diody zabezpieczające tranzystory przed przepięciem w razie użycia obciążeń indukcyjnych. Wszystkie te diody są zwarte z końcówką 10 połączoną z masą poprzez szybką diodę Zenera D1. Napięcie Zenera tej diody musi być wyższe od napięcia zewnętrznego źródła napięcia. Specyfikowane napięcie tej diody (15V) jest odpowiednie dla napięcia 12V zasilacza zewnętrznego. Jeżeli jednak napięcie to miałoby wynosić 24V, to dioda musiałaby zostać wymieniona na 30-woltową. Poza tym, zawsze warto zwierać obciążenia indukcyjne diodą zabezpieczającą. Wejścia ze złącza K1 są doprowadzone do bufora IC3 za pośrednictwem rezystorów zabezpieczających. Należy zwrócić uwagę, że bufor ten powinien być typu HC - nie HCT - ze względu na trudności, które mogłyby powstać przy używaniu tych wejść do sprawdzania poziomów wyjść tranzystorów Darlingtona. Poziom wyjścia Darlingtona nigdy nie jest bowiem niższy od 0,7 do 1,4V i mogłyby się zdarzyć, że układ HCT nie wykryłby poziomu niskiego. Według danych producentów układ HCT wykrywa poziom niski tylko poniżej 0,8V, a poziom przełączania układów HC jest nieco wyższy. Wejścia są na poziomie TTL co oznacza, że amplituda sygnałów nie może przekraczać 5V. W razie potrzeby należy na wejściach użyć dzielników napięcia. Rezystory R4...R11 zapewniają dodatkową ochronę, ale jest wątpliwe, czy układ IC3 przeżyłby dłużej,

gdyby na wejścia na stałe zaaplikować mu 12V. Kartę wejść/wyjść przewidziano do zmontowania na dwustronnej płytce drukowanej, pokazanej na ilustracji. Fotografia przedstawia zmontowaną płytkę.

K. Walraven





Systemy z pamięciami RAM muszą być nieustannie zasilane, aby nie dopuścić do utraty ich zawartości; każda przerwa w zasilaniu jest dla nich zgubna. Nie wielki układ dodatkowy, z baterią automatycznie przejmującą zasilanie w razie zaniku zasilania podstawowego, może temu zapobiec.

Istnieje wiele sposobów wprowadzania baterii do takiego układu; jeden z nich jest pokazany na ilustracji. Układ scalony dokonuje przełączenia w taki sposób, że zasilanie podstawowe nie zostaje odłączone. Układ również sygnalizuje stan, co można wykorzystać do wyłączania prądopędnych obwodów. Ma on dwa wyjścia: jedno do zasilania sieciowego, a drugie do bateryjne-

## Wykaz elementów

### Rezystory

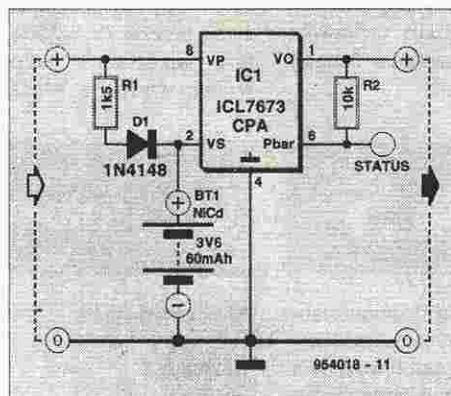
R1: 1,5k $\Omega$   
R2: 10k $\Omega$

### Półprzewodniki

D1: 1N4148  
IC1: ICL7673

### Różne

BT1: bateria lub akumulator 3,6V/60mAh



go. Wyjście 6 - sygnalizacji stanu - przechodzi w stan wysoki z chwilą zaniku zasilania sieciowego. Obsługiwany układ jest zasilany z wyjścia 1.

Rezystor R1 i dioda D1 nie są niezbędne, zapewniają tylko ła-

dowanie, jeżeli zamiast baterii zastosowano akumulator. W przypadku stosowania zwykłego ogniwa te elementy muszą być odłączone. Odpowiednia oporność rezystora zapewnia

prąd ładowania o natężeniu podtrzymującym ładunek (trickle-charging). Dopuszczalne wartości prądu wynoszą: 38mA dla wejścia 8 i 30mA dla wyjścia 1.

H. Bonekamp

## Wykaz elementów

### Rezystory

R1, R7: 2,2M $\Omega$   
R2: 390k $\Omega$   
R3: 10M $\Omega$   
R4: 1,2M $\Omega$   
R5, R6: 1M $\Omega$   
R8: 560k $\Omega$

### Kondensatory

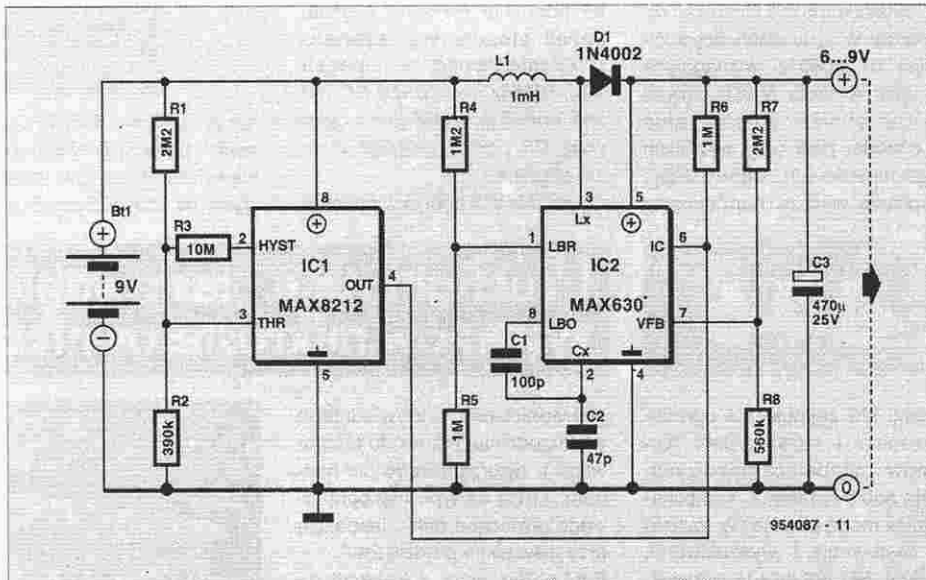
C1: 100pF  
C2: 47pF  
C3: 470 $\mu$ F/25V

### Indukcyjności

L1: 1mH

### Półprzewodniki

D1: 1N4002  
IC1: MAX8212  
IC2: MAX630



Często urządzenia są zasilane z baterii o napięciu nominalnym niewiele tylko przewyższającym napięcie wymagane przez układ. W rezultacie po częściowym tylko rozładowaniu baterii układ sygnalizuje stan "low battery" i wyłącza się. Wykorzystanie pojemności baterii jedynie do połowy jest nie tylko marnotrawstwem, jest także kosztowne. Układ, którego schemat jest po-

kazany na ilustracji, dostarcza napięcia co najmniej 7V tak długo, dopóki napięcie 9-woltowej baterii nie spadnie poniżej 2V. Zastosowano w nim programowalny detektor napięcia MAX8212 i podwyższający stabilizator impulsowy o minimalnym poborze mocy MAX630. MAX8212 zawiera komparator, źródło wzorcowe o pasmie wzbronionym 1,15V i n-kanalo-

wy sterownik wyjściowy z otwartym drenem. Do wyznaczenia wymaganego napięcia przełączania służą dwa zewnętrzne rezystory wraz z wewnętrznym źródłem napięcia wzorcowego. Użyto do tego celu także wyjścia histerezy celem wykorzystania dodatniego sprzężenia zwrotnego do bezzakłócenowego przełączania wyjścia. Układ MAX630 jest podwyższa-

jącym stabilizatorem o minimalnym poborze mocy, mogącym operować mocami od 5mW do 5W. Wszystkie niezbędne jego podzespoły mieszczą się w małej 8-stykowej obudowie: wzręcz napięcia o pasmie wzbronionym 1,31V, oscylator, komparator i stopień wyjściowy MOSFET o wydajności prądowej do 375mA. Układ pobiera jedynie 70 $\mu$ A niezależnie od prądu wyj-

ściowego i współczynnika wypełnienia. Specjalny układ zapewnia ponadto, że prąd spoczynkowy jest ograniczony do 1  $\mu$ A. W rezultacie nawet przy niskim poborze mocy jest gwarantowana wysoka wydajność przetwarzania. Układ działa poprawnie przy napięciu zasilania (baterii) od 2V do 16,5V.

Napięcie na wejściu IC - końcówce 6 układu IC2 jest w stanie niskim tak długo, dopóki napięcie baterii jest wyższe od 7V. Układ jest wtedy utrzymywany w trybie wyłączenia i pobiera tylko 10nA. Gdy napięcie baterii obniży się poniżej 7V, wyjście detektora napięcia IC1 przechodzi w stan wysoki i włącza IC2.

Układ ten utrzymuje napięcie wyjściowe na poziomie 7V nawet jeżeli napięcie baterii nadal się obniża. Detektor zbyt niskiego napięcia (low battery) - końcówka LBO (wyjście 8 IC2) jest wykorzystany do obniżania częstotliwości oscylatora, gdy napięcie baterii spadnie poniżej 3V, celem zwiększenia dopuszczalnego

prądu wyjściowego przy tak niskim napięciu. Układu można również użyć do otrzymywania gwarantowanego napięcia 5V z czterech ogniw 1,5V, nawet gdy ich sumaryczne napięcie spadnie poniżej 2V.

Aplikacja Maxima

## 045

W sprzedaży są dostępne fabryczne oscylatory jedynie o standardowych częstotliwościach i zwykle wymagają bufora, jeżeli mają dostarczać częstotliwość zegarową dla większych układów.

Interesującą alternatywę przedstawia generator, którego schemat przedstawiono na ilustracji. Wykorzystuje on analogowy komparator typu MAX903 Maxima. Układ ten pobiera 1,3mA, a cały układ 13mA. Układ scalony charakteryzuje się opóźnieniem 8ns i dużym wzmocnieniem napięciowym w otwartej pętli.

W układzie można stosować rezonatory w granicach częstotliwości 10...20MHz, wymagające obciążenia około 500 $\Omega$ . Obwód R1-C2 obniża wzmocnienie w otwartej pętli przy wyższych częstotliwościach, ograniczając szkodliwe wyższe harmoniczne

### Wykaz elementów

#### Rezystory

R1: 22 $\Omega$   
R2...R4: 2k $\Omega$

#### Kondensatory

C1: 100nF  
C2: 1nF  
C3: 100pF  
C4: 100 $\mu$ F/10V

#### Półprzewodniki

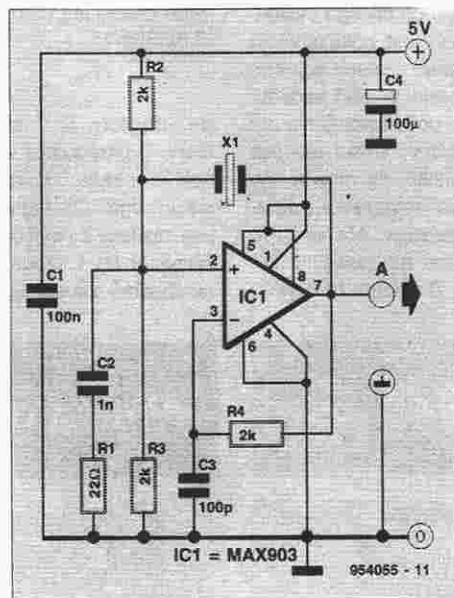
IC1: MAX903

#### Różne

X1: rezonator kwarcowy

co poprawia symetrię sygnału. Jeżeli stosuje się rezonator o częstotliwości w zakresie 2,5...10MHz, ten obwód RC można pominąć, natomiast pojemność C3 powinna zostać nieco zwiększona.

Obwód R4-C3 obniża wzmocnie-



nie w zakresie małych częstotliwości przeciwdziałając oscylowaniu rezonatorów overtoneowych na częstotliwości podsta-

wowej. Kondensator C4 blokuje zasilanie układu.

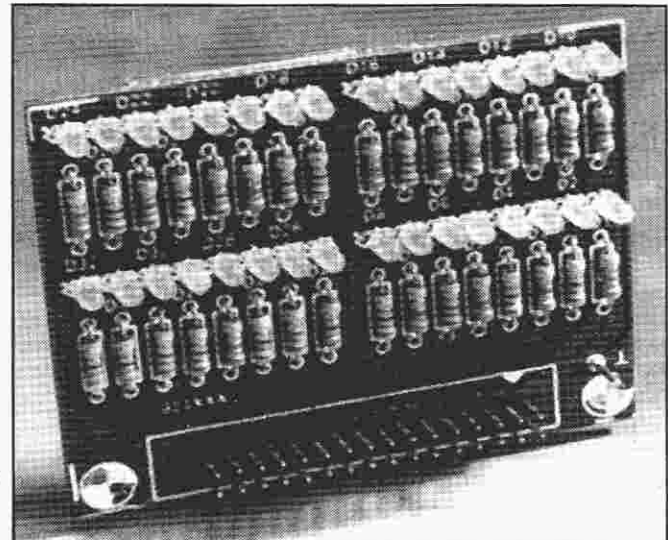
Aplikacja Maxima

## 046

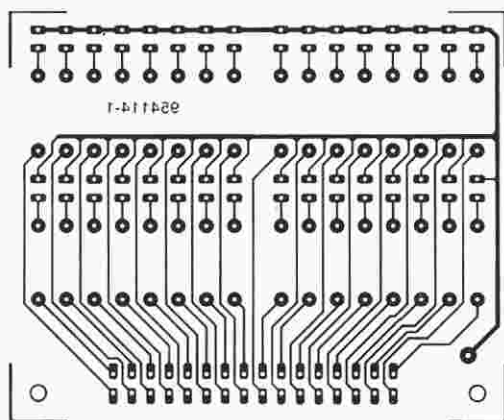
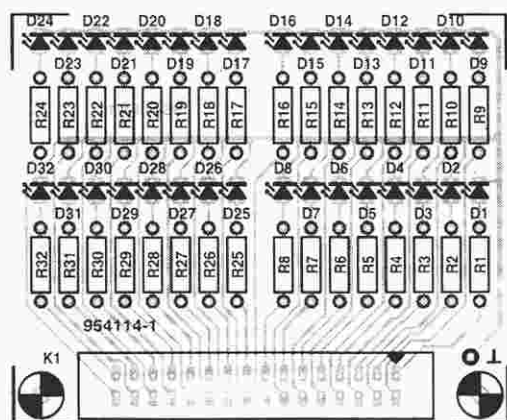
Każdy, kto zajmuje się opracowywaniem i stosowaniem systemów mikrosterownikowych, zdaje sobie sprawę z komplikacji jakie mogą powstać w czasie ich testowania i wyszukiwania błędów. Nie dotyczy to oczywiście tych, którzy mają do dyspozycji 32-kanalowy analizator logiczny, lecz tych Czytelników, którzy nie posiadają takiego urządzenia. Dla nich właśnie prezentowane narzędzie może być bardzo użyteczną alternatywą. Założono, że układy scalone w systemie mikrosterownikowym są umieszczane w podstawkach. Podstawki te łączy się z poszczególnymi LEDami za

## Uruchamianie i testowanie systemów mikrosterownikowych

pośrednictwem odpowiedniego wtyku, odcinka przewodu taśmowego i dwurzędowego pin-headera. LEDy są typu niskoprądowego, świecące pełną jasnością przy niewielkim prądzie 2mA. Pin-header wraz z różnymi wtykami umożliwia wykonywanie połączeń z układami scalonymi o różnych rozkładach wyprowadzeń i różnej ich liczbie. Do testowania i wyszukiwania błędów potrzebne jest jeszcze osobne połączenie masy pomiędzy płytką a badanym układem. Będą świeciły wszystkie LEDy, połączone z wyprowadzeniami układów scalonych w stanie wysokim. Prąd o natężeniu 2mA







## Wykaz elementów

### Rezystory

R1...R32: 560Ω

### Półprzewodniki

D1...D32: niskoprądowa LED

### Różne

K1: dwurzędowy pin-header  
2x16 styków

na każdą LED można pobierać z testowanego układu mikrosterownikowego, o ile jego zasilacz dysponuje odpowiednią rezerwą.

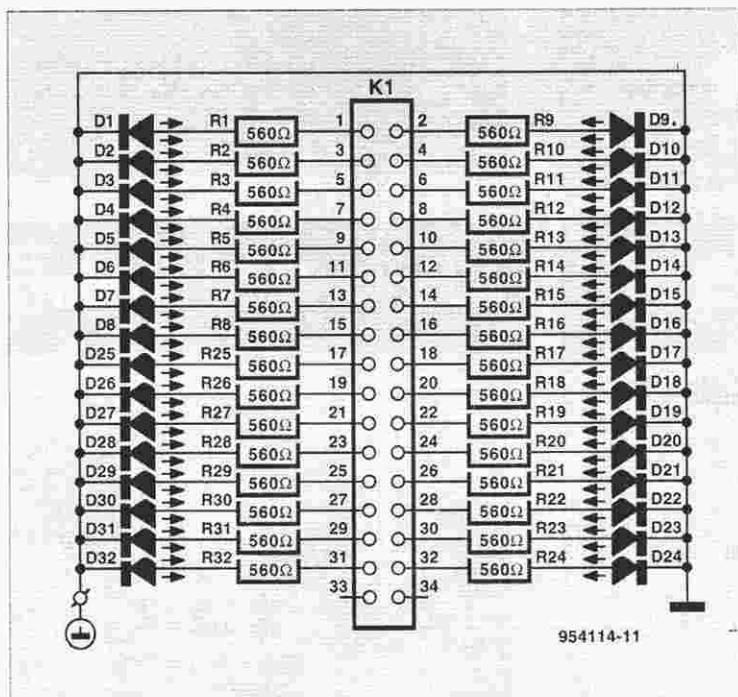
Ludzkie oko nie jest w stanie śledzić dużej szybkości zmian jasności, ale istnieje oprogramowanie modyfikujące programy testujące przez wprowadzenie po każdej zmianie sygnału odpowiednich opóźnień. Jest to na przykład STIME, albo LTIME na dyskiecie 1811 (EASM52, Kurs Assemblera, zob. Elektor Elektronika, 5, 6, 7 i 8 1994). Jeżeli do programu wprowadzi się jednosekundowe pauzy, to zmiany sygnału będzie można śledzić bez trudu. Co więcej, poprzez nie-

znaczoną komplikację programu można go za każdym krokiem zatrzymywać i uruchamiać ponownie przyciskiem. Niewątpliwą zaletą tego przyrządu w porównaniu z analiza-

torem logicznym jest to, że nie są potrzebne żadne wstępne ustawienia, zwiększające zawsze możliwość pomyłki. Zmiany w programie można sprawdzać natychmiast. Autor używa tego

narzędzia w swoim systemie bez najmniejszego problemu od ponad roku.

U. Hinke



## Programowany dzielnik częstotliwości

Podstawą układu, którego schemat jest pokazany na ilustracji, jest licznik dwójkowy IC2. Po wprowadzeniu sygnału zegarowego przez złącze K1, na wyjściu Q0 IC2 można odebrać ten sygnał o częstotliwości niższej dwukrotnie, na Q1 czterokrotnie, na Q2 ośmiokrotnie itd. Jednakże bliższe zapoznanie się ze schematem prowadzi do stwierdzenia, że Q0...Q9 nie służą jako wyjścia,

lecz jako wejścia dla wyjść IC1. Układ IC1 jest licznikiem dziesiętnym, którego jedno tylko wyjście, zależne od jego stanu, może być w danej chwili w stanie wysokim. Dzięki sprzężeniu obu układów prąd z IC1 będzie płynął przez odpowiedni rezystor, LED i jedno z wyjść IC2 (dopóki jest ono w stanie niskim) do masy. Wskutek tego LED będzie błyskać

z częstotliwością związaną z wybranym wyjściem IC2. Prąd płynący z IC2 do masy, przez łączący jego ujemną końcówkę zasilania z masą rezystor R2, wywołuje na nim spadek napięcia przetwarzany następnie przez T1 na standardowy poziom logiczny. Częstotliwość impulsów doprowadzonych do K2 zależy więc od częstotliwości sygnału wejściowego w K1 i od stanu li-

cznika IC1. Zależnie od napięcia zasilania i od użytego typu IC1 maksymalna częstotliwość zegarowa IC2 wynosi 7MHz przy Vdd=5V i 24MHz przy Vdd=24V. Stan IC1 nastawia się za pomocą S1. Obwód R14-C5 służy do kasowania licznika z chwilą włączania zasilania. Obwód R1-C1 wygładza wywołane przez S1 stany nieustalone.

M.S. Nagaraj

## Wykaz elementów

### Rezystory

R1: 100kΩ  
R2, R3: 1kΩ  
R4...R13: 270Ω  
R14: 10kΩ

### Kondensatory

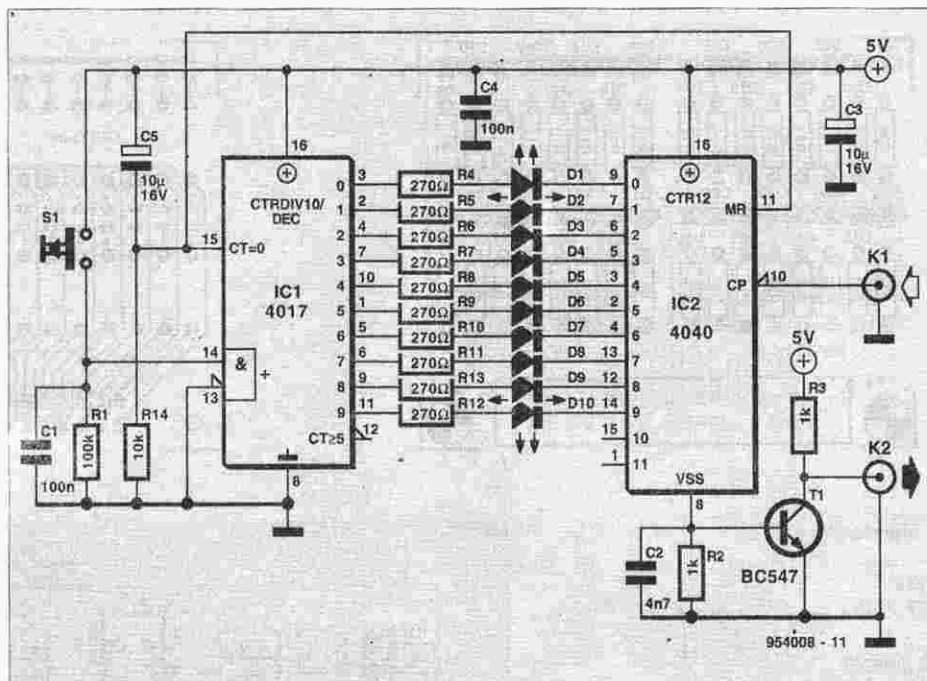
C1, C4: 100nF  
C2: 4,7nF  
C3: 10μF/16V  
C5: 10μF/16V

### Półprzewodniki

T1: BC547  
D1...D10: LED  
IC1: 4017  
IC2: 4040

### Różne

S1: przycisk monostabilny  
K1, K2: gniazdo cinch



## Adapter MIDI do kart dźwiękowych

## Wykaz elementów

### Rezystory

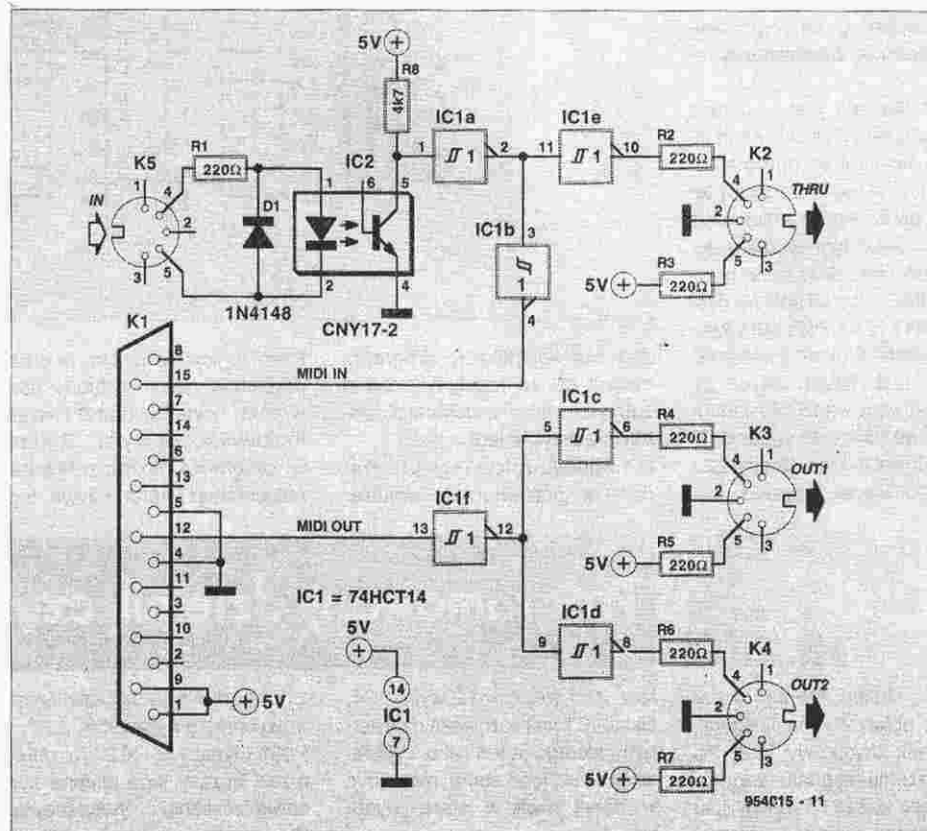
R1...R7: 220Ω  
R8: 4,7kΩ

### Półprzewodniki

D1: 1N4148  
IC1: 74HCT14  
IC2: CNY17-2

### Różne

K1: złącze Canon 15-stykowe  
K2...K5: gniazdo DIN 5-stykowe



W wielu kartach dźwiękowych do PC nie ma w pełni zaimplementowanego złącza MIDI (ang. Musical Instrument Digital Interface). Dzieje się tak dlatego, ponieważ sygnały MIDI nie są sygnałami w standardzie TTL. MIDI jest pętlą prądową, która jest w odbiorniku elektrycznie odizolowana od reszty układu optoizolatorem. Dla pełnej instalacji MIDI współpracującego z kartą dźwiękową jest potrzebny tzw. MIDI-Kit. Na szczęście nie jest ani trudne ani kosztowne uzyskanie karty dźwiękowej, w tym przypadku Soundblaster Pro 2, z kompletnym MIDI, jak pokazany na schemacie.

W układzie, który można łatwo wykonać na kawałku płytki uniwersalnej, wykorzystano opto-

izolator CNY17-2 i sterownik TTL 74LS14. Układ łączy się z portem joystick/MIDI za pośrednictwem złącza 15-stykowego. Jest bardzo ważne, aby styk

2 masy (w środku, pomiędzy stykami 4 i 5) wejściowego gniazdka DIN "MIDI IN" pozostał niepodłączony.

C. Weterings







# Kramik Elektora

Aparaturę do radiosterowania, także Herkulesy kupię. Mogą być niesprawne, na części. Mogę wymienić na nowy sprzęt pomiarowy WNP: oscyloskopy itp. Zygmunt Pietryniak, 90-706 Łódź, ul. Legionów 20, tel. 33-02-18 (godz. 10-18).

Gadgetsy - układy pozytywek z akompaniamentem, kurantów, generatorów syren służb specjalnych, generatorów odgłosów broni, voice syntetyzerów, itp. Mariusz Kurowski, 03-707 Warszawa, ul. Floriańska 14/62.

Interface 1 do ZX Spectrum, podstawki do lamp elektronowych kupię lub wymienię na podzespoły elektroniczne. Mieczysław Klimowicz, 01-318 Warszawa, ul. Doroszewskiego 9 m 3.

Kupię instrukcję obsługi oraz pilot minidiscu ZS-M1 firmy Sony i minidyski nagrane. Jan Kosek, 58-506 Jelenia Góra, ul. J. Kiepury 20/19.

Kupię radiomagnetofon MK2500, może być uszkodzony lub płytki i obudowę oraz części mechaniczne tego radiomagnetofonu. Jan Kosek, 58-506 Jelenia Góra, ul. J. Kiepury 20/19.

Poszukuję MDA2060 (pamięć do odbiornika TV). Robert Kuszmid, 43-300 Bielsko-Biala, ul. Kpt. W. Boryczki 6/7.

Projektowanie urządzeń na indywidualne zamówienia, montaż i uruchamianie. Zbigniew Alama, 02-436 Warszawa, ul. Globusowa 16/10, tel. 237-496.

Sprzedam egzemplarze Radioelektronika z lat 75-89 po 15

tys. za sztukę. Info: koperta + znaczek. Henryk Tyburcy, 01-494 Warszawa, ul. Białona 6 m 20.

Sprzedam miniaturowe emulatory Eprom 2716...27512. Dołączane do PC przez port drukarki, nie wymagają osobnego zasilania. Doskonałe narzędzie za niską cenę. Info: K+z. Janusz Wrześniak, 04-072 Warszawa, ul. Kirasjerów 8/14.

Sprzedam płytę główną (486SX/DX/DX2, 256kB Cache, 3xVLB, Award-bios, Simm8 i 32 Bit) z procesorem 486DX40MHz. Cena 450 zł. Gwarancja do listopada 1995 r. Krzysztof Suchomski, 89-410 Więcbork, ul. Pocztowa 16, tel. 0-52-899951.

Sprzedam PC/AT 286 RAM 1MB, HDD 40MB, VGA monitor, kolor, oryginalny Olivetti w bardzo dobrym stanie technicznym. Kontakt tel. 0-48-12-52-44 wieczorem. Andrzej Palka, 26-940 Pionki, ul. Radomska 1B/45, tel. (48) 125-244.

Sprzedam profesjonalne wykrywacze metali typu PI 2 wersje: 270 zł i 340 zł. Zasięg do 2,5m, gwarancja. Inf. + zdjęcia reklam. - koperta zwrotna. Zbigniew Nowak, 42-300 Myszków, ul. Leśna 7d/23, tel. (034) 13-14-96 po 20-tej.

Wykrywacze metali impulsowe oparte na gen. kwarcowym i mikrok. PIC. Rachunki, gwarancja, raty, wersje specjalne, wg zastosowania inne "Gomos". Mieczysław Gierczak, 22-400 Zamość, ul. Majdan 81, (084) 79 599.

## Części do projektów

Redakcja EE zdaje sobie sprawę z trudności z kompletowaniem podzespołów do budowy urządzeń publikowanych w Elektorze. Większość z tych podzespołów jest dostępna w ofercie AVT. Niektórzy Czytelnicy zapewne chcieliby skorzystać bezpośrednio z oferty firm zagranicznych, oferujących podzespoły i kity do artykułów publikowanych w Elektorze. Dla tych Czytelników publikujemy niżej adresy takich firm, działających na terenie Niemiec i Anglii.

### Geist Electronic-Versand GmbH

Hans-Sachs-Strasse 19  
D-78054  
VS-Schwenningen  
tel. 0 77 20/3 66 73  
fax 0 77 20/3 69 05

### HECK-ELECTRONICS

Waldstrasse 13  
54578 Oberbettingen  
tel. 0 65 93/10 49  
fax 0 65 93/10 40

### Segor Electronics

Kaiserin-Augusta-Allee 94  
10589 Berlin  
tel. (030) 344 97 94  
fax (030) 345 3968

### Dieselhorst Elektronik

Postfach 400114  
32399 Minden  
Lubbecker Str. 12  
32429 Minden  
tel. 0 571/57 514  
fax 0 571/580 06 33

### CRICKLEWOOD ELECTRONICS LIMITED

40 Cricklewood Broadway,  
London NW2 3ET  
tel. 0181 450 0995  
fax 0181 208 1441

### D.P. HOBBS (Norwich) LTD

13 St. Benedict Street  
Norwich NR2 4PE  
tel. 01603 615 786

### GREENWELD

27 Park Road  
Southampton SO1 3TB  
tel. 01703 236 363  
fax 01703 236 307

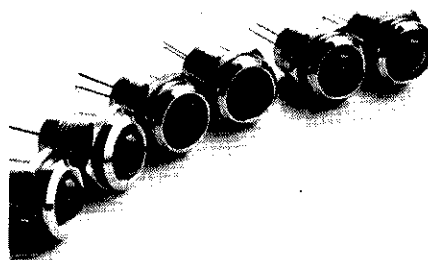
### OMNI ELECTRONICS

174 Dalkeith Road  
Edinburgh EH16 5DX  
tel. 0131 667 2611

## Kontrolki z LEDami KINGBRIGHT czerwone zielone żółte W OPRAWKACH MOSIĘŻNYCH CHROMOWANYCH NA WYSOKI POŁYSK

(BEZ REZYSTORÓW  
OGRAŃCZAJĄCYCH PRĄD)

- o 5..... cena 2,40 zł.
- o 8..... cena 2,70 zł.
- o 10..... cena 3,30 zł.
- o 5 pulsująca  
(czerwona lub zielona)..... cena 3,20 zł.



Kontrolki są sprzedawane w sklepach firmowych AVT oraz za zaliczeniem pocztowym. Ceny bez podatku VAT.

## TES 200

### Nowość !!!



Dzięki folii TES 200 wykonasz prosto i szybko  
wysokiej jakości płytki drukowane !!!

10 szt. folii A4 + szczegółowa instrukcja 29,90 zł.  
wadek gumowy w cenie 15,- zł

Ponadto oferujemy różne atrakcyjne urządzenia  
elektroniczne. Dla przykładu:

- oryginalne importowane kity i podzespoły do artykułów  
publikowanych w Elektorze
- karty do PC I/O z 48 wejściami ..... 229 zł
- przedłużacze magistrali ISA i 16 bit ..... 72 i 96 zł
- karty 8 wejść z optoizolacją ..... 99 zł
- karty 8 wyjść 5A/220V ..... 149 zł
- anteny aktywne ..... od 100 do 190 zł
- urządzenia do zdalnego sterowania
- czujniki gazu i alarmem

Zamów jeszcze dziś nasz katalog

Zamówienia z dowodem wpłaty na poniższe konto  
lub za załączonymi gotówkami kierować na adres:

MS DOR Sp. z o.o.  
43-382 Bielsko-Biala 14, Skrytka pocztowa 35  
konto: Polski Bank Inwestycyjny SA  
Oddział w Bielsku-Białej nr 708023-901059-2511-1

## Jak kupować kity, płytki i podzespoły do projektów publikowanych w EE?

Redakcja EE proponuje Czytelnikom trzy źródła zaopatrzenia:

1. Sieć obsługi Czytelników Elektora, której siedziba znajduje się w Holandii. Z tej sieci sprowadzamy:

- ✓ płytki drukowane (do niektórych projektów oferujemy również płytki produkcji krajowej - ok. 3-krotnie tańsze),
- ✓ zaprogramowane EPROM-y, mikrosterowniki, PAL-e i GAL-e,
- ✓ programy na dyskietkach,
- ✓ folie płyt czołowych.

Szczegółowa oferta na te artykuły znajduje się na str. 63 i 64. Czas realizacji zamówień - 2...6 tygodni.

2. Inne podzespoły - oferta ogólna AVT publikowana w Elektronice Praktycznej oraz oferty wielu innych dystrybutorów podzespołów ogłaszających się na łamach Elektora Elektronika i Elektroniki Praktycznej.

### Kity Elektora (bez podatku VAT)

Tytuł artykułu	Nr EE	Kod	Uwagi	Cena
Karta przetwornika obrazu TV do PC	E-01/93	E-930102	z oprogramowaniem	538,-
Odbiornik VHF/UHF	E-01/93	E-930103	zawiera obudowę i płytkę (bez transformatora)	690,-
Odbiornik VHF/UHF	E-01/93	E-930103-1	zestaw j.w., bez obudowy	640,-
Cyfrowy miernik częstotliwości do odbiornika VHF/UHF	E-02/93	E-930201	zawiera obudowę, płytkę i transformator sieciowy	334,-
Jednopłytkowy komputer 80C535	E-04/94	E-940401	monitor EMON 52, EPROM, katalog assembler 80C535	450,-
Eliminator blokady kopii	E-04/94	E-940402	zawiera płytkę, GAL i MACH	290,-

## Dział Obsługi Czytelników

Przedstawiamy ofertę na płytki drukowane, EPROM-y, dyskietki, itd., pochodzące ze światowej sieci obsługi Czytelników Elektora. Oferujemy również **płytki wyprodukowane w kraju** z zachowaniem standardów technologicznych zgodnych ze stosowanymi w oryginalnych płytkach holenderskich, ale kilkakrotnie tańsze od importowanych. Płytki te mają oznaczenia cyfrowe identyczne z oryginalnymi, lecz poprzedzone literą P. **Ceny bez podatku VAT.**

Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł	Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł
<b>Płytki drukowane</b>					
(Znak + oznacza, że płytkę można nabyć wyłącznie z programem na dyskietce lub w EPROMie)					
Wielofunkcyjny częstotliwościomierz 1,2GHz (płytką z EPROM-em 6141)	EE 1/93	P-920095 +	Ładowarka ogniwi NiCd z mikrokontrolerem (płytką + zaprogramowany uC ST62E15)	EE 2/94	P-920162+
Karta opto-przełącznikowa I <sup>2</sup> C	EE 1/93	P-930004	Wskaźnik widma sygnału	EE 2/94	920151
Karta przetwornika obrazu TV do PC (płytką z dyskietką 1831)	EE 1/93	P-930007 +	Woltomierz wartości skutecznej m.cz.	EE 3/94	930108
Odbiornik VHF/UHF	EE 1/93	P-926001	Alfanumeryczny wyświetlacz I <sup>2</sup> C (płytką z dyskietką 1851)	EE 3/94	930044+
Trójdrożny aktywny system głośnikowy	EE 1/93	930016	Tester MOSFETów mocy	EE 3/94	930107
Zegar MAXI-MICRO	EE 1/93	930020	UART sterowany mikrosterownikiem	EE 3/94	930073
Wilgotnościomierz doniczkowy (czujnik)	EE 1/93	934031	4-krotny przetwornik C/A dla PC	EE 3/94	930040
Wilgotnościomierz doniczkowy (zasilacz)	EE 1/93	934032	Eliminator blokady kopii (płytką + 6321)	EE 4/94	930098+
Generator sygnału FM stereo	EE 2/93	920155	Wzmacniacz harmonicznych	EE 4/94	930025
Cyfrowy miernik częstotliwości do odbiornika VHF/UHF	EE 2/93	926001-2	RS232/Centronics - konwerter	EE 4/94	930134
Lutownica do SMD	EE 2/93	930065	Sampler do Armi	EE 4/94	P-920074
Multimetr o rozmytej logice - 1	EE 2/93	920049-2	Jednopłytkowy komputer 80C535	EE 4/94	P-924046
Miernik amperogodzin	EE 2/93	930068	Konwerter 950...1750MHz	EE 4/94	P-UPBS1
Sterowanie zapisu głosem	EE 3/93	934039	Automatyczny częstotliwościomierz cyfrowy	EE 4/94	930034
Wzmacniacz mocy z filtrem pasmowym mowy	EE 3/93	930071	Linowy miernik temperatury	EE 4/94	P-920150
Precyzyjny zegar do komputera (płytką z dyskietką 1871)	EE 3/93	930058 +	Programator PIC (płytką + 7161)	EE 5/94	940048+
Multimetr o rozmytej logice - 2 (płytką z dyskietką 1721)	EE 3/93	920049-1 +	U2400B - ładowarka akumulatorów NiCd	EE 5/94	P-920098
Konwerter na niższy zakres pasma VHF	EE 3/93	926087	Sygnalizacja siecią - cz.1 odbiornik	EE 5/94	940021-1
Zasilacz-tester	EE 3/93	P-920075	Zegar MINI-MICRO	EE 5/94	930055
		P-930033	Wzmacniacz słuchawkowy	EE 6/94	P-940016
Wzmacniacz średniej mocy na HEXFETach	EE 1/94	930102	Inteligentny kasownik pamięci EPROM	EE 6/94	P-940058-1
Przełącznik sygnałów wizyjnych (SCART)	EE 1/94	930122	Sygnalizacja siecią energetyczną, cz. 2 - nadajnik (płytką + dyskietką 1911 + EPROM 6371)	EE 6/94	940021-2+
Mikser stereo	EE 1/94	P-UPBS-1	Tuner TV VHF/UHF, cz. 2	EE 6/94	930064+
Wyłącznik mocy I <sup>2</sup> C	EE 1/94	930091	Różnicowa sonda oscyloskopowa	EE 6/94	940018
Przełącznik modułów ROM do Atari ST	EE 1/94	930005	Lampa stroboskopowa	EE 6/94	P-940022
Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu (płytką + 6311)	EE 2/94	930103+	Monitor kanałów MIDI	EE 6/94	P-930059
Tester I <sup>2</sup> C (płytką + 6341)	EE 2/94	930128+	Ściemniacz do oświetlenia halogenowego	EE 6/94	P-940034
Hygrometr cyfrowy (płytką + EPROM 6301)	EE 2/94	P-930104+	Wzmacniacz mocy High-End 100W	EE 7/94	930039
Mini przedwzmacniacz	EE 2/94	930106	- płytką układu pomocniczego	EE 7/94	920135-1
			- płytką główną wzmacniacza	EE 7/94	920135-2
			- płytką układu zabezpieczającego	EE 7/94	920169
			Korektor cyfrowych sygnałów audio	EE 7/94	920169
			Płytką rozszerzenia do 80C535	EE 7/94	940025+
			Sprzęg małej mocy TTL-RS232	EE 7/94	P-920127

# Dział Obsługi Czytelników

Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł
Układ sterujący dostępem do wspólnej drukarki EE 7/94	P-920011	14,-
Cyfrowa skala częstotliwości do odbiorników KF 16,-	EE 7/94	P-920161
Karta z procesorem 68HC11	EE 8/94	930123 34,-
Tani miernik pojemności	EE 8/94	P-UPBS-1 6,-
Optyczny sygnalizator dzwonka	EE 8/94	P-944080-1 5,-
Adapter pamięci 1MB SIMM	EE 8/94	944094-1 75,-
Końcówka mocy audio	EE 8/94	P-944075-1 12,-
Monokarta 80C451	EE 8/94	944069-1 75,-
Miernik zużycia paliwa do silników z wtryskiem	EE 8/94	940045 29,-
Emulator pamięci EPROM	EE 9/94	P-910082 18,-
Zegar ciemniowy	EE 9/94	P-886100 7,-
Wzmocniacz do gitary (3 płytki)	EE 10/94	P-UPBS-1 18,-
Pedał ekspresji MIDI (płytką z EPROMem 946635)	EE 10/94	P-940019+ 135,-
Odwapniacz wody	EE 10/94	P-944011-1 5,-
Interfejs Centronics - I/O	EE 10/94	P-944067-1 15,-
Eksperymentalna płytką PIC	EE 10/94	P-944105-1 29,-
Miernik pojemności	EE 11/94	P-900012 9,50
Stabilny przetwornik napięcia	EE 11/94	P-940079-1 2,50
Kieszonkowy falomierz	EE 11/94	P-886071 2,50
Miniaturowy częstotłomierz	EE 12/94	940051-1 36,-
Ładowarka akumulatorów samochodowych	EE 12/94	940083 31,-
Samochodowy wzmacniacz audio (cz. 1)	EE 12/94	940078-1 56,-
Monitor linii telewizyjnych	EE 12/94	940065+ 106,-
Krzemowy dysk	EE1/95	940085-C+ 240,-
Tester pilotów zdalnego sterowania	EE1/95	940084-1 32,50
Przełączany zasilacz napięcia zmiennego	EE1/95	934004 32,50
Zintegrowany wzmacniacz audio	EE1/95	936062-1 47,50
		936062-2 141,50
Obrótomierz	EE1/95	940045-1 30,-
		940068-1 27,50
Nadajnik kodu RC5	EE1/95	944106-C+ 65,-
Przetwornik napięcia 1--->3 fazy (płytką + GAL + EPROM)	EE2/95	940077-C+ 422,-
Samochodowy wzmacniacz audio, cz. 3	EE2/95	940078-2 242,-
Zasilacz odporny na zakłócenia w.cz.	EE2/95	940054-1 72,-
Kit wprowadzający do isp (płytką + oprogramowanie)	EE2/95	940093-C+ 172,-
Multiplekser MIDI	EE2/95	930101 120,-
Karta diagnostyczna POST (płytką + GAL1 + GAL2)	EE2/95	950008-C+ 234,-
Mini-przetwornik C/A audio	EE3/95	940099-1 104,30
Ściemniacz sterowany podczerwienią	EE3/95	940109 69,40
Generator efektów świetlnych	EE3/95	940100 46,-
Uruchamianie systemów z 8031/8051 (pl. +dysk.)	EE3/95	940117C+ 106,30
Procesor Surround	EE4/95	950012-1 168,75
Samochodowy wzmacniacz audio o mocy 30W	EE4/95	950024 85,50
Automatyczny timer do oświetlenia	EE4/95	940098-1 96,-
X88C64-EEPROM, który sam się programuje	EE4/95	940116-1 74,-
Regulator szybkości silników indukcyjnych	EE4/95	940095-1 67,50
Generator funkcyjny na procesorze DSP (płytką + dyskietką + EPROM)	EE5/95	950014-C 440,-
Przełącznik sterowany telefonicznie (płytką + PIC)	EE5/95	950010-C 198,-
Analizator MIDI (płytką + EPROM)	EE5/95	940020-C 308,-
Tester jakości ogniwi NiCd (płytką + ST62T15)	EE5/95	950051-C 227,-
Programowany generator przebiegów sinusoidalnych (płytką + dyskietką)	EE5/95	950004-C 175,50
Sterownik silników krokowych (płytką. zaprogramowany 8751, dyskietką)	EE6/95	950038-C 315,-
Generator funkcyjny	EE6/95	950044-1 68,50
Przetwornica napięcia 12VDC/240VAC (płytką sterowania)	EE6/95	920038-1 70,-
płytką stopnia mocy	EE6/95	920038-2 40,-
Prosty zasilacz	EE6/95	924024 31,20
Programator kontrolerów 87/89C51 serii Flash (płytką + zaprogramowany EPROM)	EE7/95	950003-C 175,-
Wzmocniacz dystrybucyjny VGA	EE7/95	950017-1 66,-
Scrambler audio	EE7/95	910105 68,30
Ogranicznik strat mocy	EE7/95	910071 29,-

## Dyskietki

Karta przetwornika obrazu TV do PC (24-bitowe rozszerzenie koloru)	EE 1/93	1831 60,-
Karta opto-przełącznikowa IFC	EE 1/93	1631 45,-
	EE 1/93	1821 32,-
Precyzyjny zegar do komputera	EE 3/93	1871 41,-
Multimetr o rozmytej logice	EE 3/93	1721 30,-

Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł
Alfanumeryczny wyświetlacz PC	EE 3/94	1851 34,-
Jednopłytkowy komputer 80C535	EE 4/94	1661 35,-
Kurs asemblera 8051/8032 - wersja IBM	1681	35,-
Kurs asemblera 8051/8032 - wersja Atari	EE 5/94	1811 40,-
Sygnalizacja sieci energetycznej	EE 6/94	1911 45,-
Płytką rozszerzenia do 80C535	EE 7/94	1941 45,-
Emulator pamięci EPROM	EE 9/94	129 33,-
Kurs programowania mikrokontrolerów PIC	EE 11/94	946196-1 90,-
Nadajnik kodu RC5	EE1/95	946199-1 49,-
Kit wprowadzający do isp	EE2/95	946204-1 78,-
Uruchamianie systemów z 8031/8051	EE3/95	946099-1 82,50
Generator funkcyjny na procesorze DSP (dyskietką)	EE5/95	956001-1 166,50
podręcznik do programu Windows	950014-1	67,50
Programowany generator przebiegów sinusoidalnych	EE5/95	956005-1 110,-
Sterownik silników krokowych	EE6/95	956004-2 23,-
<b>EPROMy, mikrosterowniki, PALe, GALe</b>		
Wielofunkcyjny częstotłomierz 1,2GHz (1x27C256)	EE 1/93	6141 53,-
Zegar MAXI-MICRO (zegar z budzikiem)	EE 1/93	7081 58,-
Zegar MAXI-MICRO (zegar ciemniowy)	EE 1/93	7091 58,-
Zegar MAXI-MICRO (zegar kuchenny)	EE 1/93	7101 58,-
Hygrometr cyfrowy (1x2764)	EE 2/94	6301 48,-
Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu (1xPAL + 1xGAL)	EE 2/94	6311 105,-
Ładowarka ogniwi NiCd z mikrokontrolerem (1xST62E15)	EE 2/94	7071 50,-
Tester PC (1xGAL6001)	EE 2/94	6341 150,-
Dekoder systemu radiowego (RDS) (1x27C64)	EE 3/94	6331 75,-
4-krotny przetwornik C/A dla komputerów PC (1xGAL)	EE 3/94	6251 49,-
UART sterowany mikrosterownikiem (1xST62T10)	EE 3/94	7151 88,-
Eliminator blokady kopii (1xGAL16V8 +1xMACH110)	EE 4/94	6321 212,50
Jednopłytkowy komputer 80C535	EE 4/94	1661 35,-
Monitor EMON51 - kurs asemblera (1x27256 + dyskietką 1661)	EE 5/94	6221 79,-
Monitor EMON51 - kurs asemblera (1x27256 + dyskietką 1681)	EE 5/94	7111 58,-
Monitor EMON51 - kurs asemblera (1x27256 + dyskietką 1681)	EE 5/94	7121 58,-
Monitor EMON51 - kurs asemblera (1x27256 + dyskietką 1681)	EE 5/94	7131 58,-
Sygnalizacja sieci energetycznej, cz. 2 - nadajnik (1x27C64)	EE 6/94	6371 68,-
Tuner TV VHF/UHF (1x87C51)	EE 6/94	7141 128,-
Bufor do drukarki 1...4MB (1x27C64)	EE 10/94	6041 75,-
Pedał ekspresji MIDI (1x27C64)	EE 10/94	946635 65,-
Monitor linii telewizyjnych (1xPIC16C54)	EE 12/94	946443-1 81,-
Krzemowy dysk (1x27256)	EE1/95	946641-1 120,-
Przetwornik napięcia 1---> 3 fazy (płytką + dyskietką)	EE2/95	946640-1 98,-
GAL		946640-2 126,-
EPROM		
Karta diagnostyczna POST (PIC-1)	EE2/95	946669-1 88,-
PIC-2		946669-2 104,-
Generator funkcyjny na procesorze DSP (EPROM 27C512)	EE5/95	956501-1 119,-
Przełącznik sterowany telefonicznie (PIC16C54)	EE5/95	946642-1 157,50
Analizator MIDI (EPROM)	EE5/95	956507-1 150,-
Tester jakości ogniwi NiCd (ST62T15)	EE5/95	956506-1 164,-
Programator kontrolerów 87/89C51 serii Flash	EE7/95	956644-1 95,70
<b>Folie płyt czołowych</b>		
Wielofunkcyjny częstotłomierz 1,2GHz	EE 1/93	920095-F 56,-
Zasilacz-tester	EE 3/93	930033-F 75,-
Woltomierz wartości skutecznej m.cz.	EE 3/94	930108-F 69,-

21. ....

Pokwitowanie dla wpłacającego	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla banku
zł. ....	zł. ....	zł. ....
słownie zł. ....	słownie zł. ....	słownie zł. ....
wpłacający .....	wpłacający .....	wpłacający .....
adres.....	adres.....	adres.....
nr prenumeratora.....	nr prenumeratora.....	nr prenumeratora.....
<b>Na r-k AVT-Korporacja Sp. z o.o.</b> <b>01-939 Warszawa, ul. Burleska 9</b>		
Nazwa banku <b>PKO BP XV O/W-wa</b>	Nazwa banku <b>PKO BP XV O/W-wa</b>	Nazwa banku <b>PKO BP XV O/W-wa</b>
Nr rachunku <b>1658-196657-136</b>	Nr rachunku <b>1658-196657-136</b>	Nr rachunku <b>1658-196657-136</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Stempel</span> <span>Pobrano opłatę</span> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Stempel</span> <span>Pobrano opłatę</span> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Stempel</span> <span>Pobrano opłatę</span> </div>
..... Podpis przyjmującego    zł. ....	..... Podpis przyjmującego    zł. ....	..... Podpis przyjmującego    zł. ....

Elektronika Praktyczna	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,70 \times 12 = 44,40$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,90 \times 6 = 23,40$	
Elektronik	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $4,00 \times 12 = 48,00$ <input type="checkbox"/> półroczna $4,20 \times 6 = 25,20$	
Od radio do audio	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,40 \times 12 = 40,80$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,60 \times 6 = 21,60$	
Software	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,20 \times 12 = 38,40$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,50 \times 6 = 21,00$ <input type="checkbox"/> roczna + dysk. $8,30 \times 12 = 99,60$ <input type="checkbox"/> półroczna + dysk. $9,50 \times 6 = 57,00$	
USKA nr 1 ... 6/95	<input type="checkbox"/> RTV i AV $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> Analogowe $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> Cyfrowe $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> $\mu C$ $4,60 \times 6 = 27,60$	
Przedpłata		

Elektronika Praktyczna	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,70 \times 12 = 44,40$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,90 \times 6 = 23,40$	
Elektronik	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $4,00 \times 12 = 48,00$ <input type="checkbox"/> półroczna $4,20 \times 6 = 25,20$	
Od radio do audio	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,40 \times 12 = 40,80$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,60 \times 6 = 21,60$	
Software	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,20 \times 12 = 38,40$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,50 \times 6 = 21,00$ <input type="checkbox"/> roczna + dysk. $8,30 \times 12 = 99,60$ <input type="checkbox"/> półroczna + dysk. $9,50 \times 6 = 57,00$	
USKA nr 1 ... 6/95	<input type="checkbox"/> RTV i AV $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> Analogowe $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> Cyfrowe $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> $\mu C$ $4,60 \times 6 = 27,60$	
Przedpłata		

Elektronika Praktyczna	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,70 \times 12 = 44,40$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,90 \times 6 = 23,40$	
Elektronik	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $4,00 \times 12 = 48,00$ <input type="checkbox"/> półroczna $4,20 \times 6 = 25,20$	
Od radio do audio	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,40 \times 12 = 40,80$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,60 \times 6 = 21,60$	
Software	<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
	<input type="checkbox"/> roczna $3,20 \times 12 = 38,40$ <input type="checkbox"/> półroczna $3,50 \times 6 = 21,00$ <input type="checkbox"/> roczna + dysk. $8,30 \times 12 = 99,60$ <input type="checkbox"/> półroczna + dysk. $9,50 \times 6 = 57,00$	
USKA nr 1 ... 6/95	<input type="checkbox"/> RTV i AV $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> Analogowe $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> Cyfrowe $4,60 \times 6 = 27,60$	
	<input type="checkbox"/> $\mu C$ $4,60 \times 6 = 27,60$	
Przedpłata		









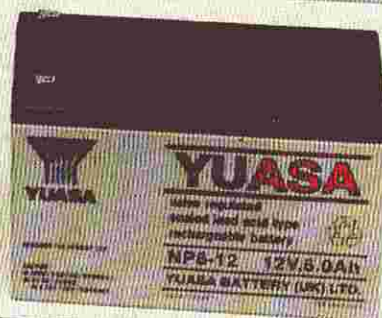
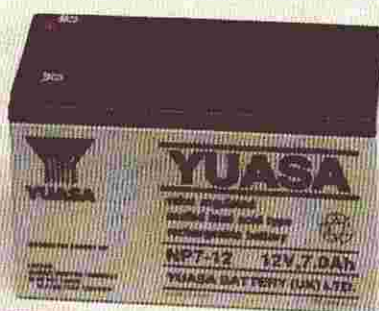
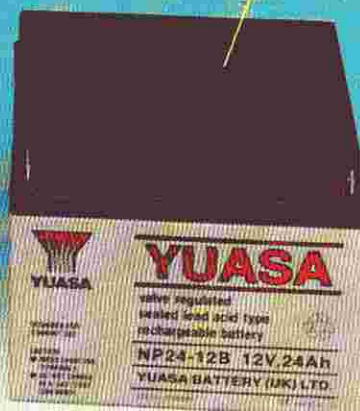
OFERUJE:

AKUMULATORY BEZOBSŁUGOWE



"TYLKO SŁOŃCE  
MA  
WIĘCEJ ENERGII..."

MADE  
IN  
UK



ASORTYMENT I CENY  
W OFERCIE HANDLOWEJ AVT